Manual del usuario

Modelo 3430

(y Modelo 3430-M)

Densímetro para medición de humedad-densidad

Troxler Electronic Laboratories, Inc.
y su filial
Troxler International, Ltd.

P.O.Box 12057
Research Triangle Park, North Carolina 27709
Tel (919) 549-8661 Fax (919) 549-0761

El instrumento Troxler modelo 3430 está protegido por patentes propios a los Estados Unidos y por patentes internacionales.

Derechos Reservados © 1993, 1996, 2003

Troxler Electronic Laboratories, Inc.

Todos los derechos reservados

Ninguna parte de este manual puede ser reproducida o transmitida de forma alguna ni por ningún medio, ya sea electrónico o mecánico, de fotocopia o de sistemas de almacenamiento y recuperación de datos, sin el previo permiso por escrito de Troxler Electronic Laboratories.

"WD-40" es una marca registrada de WD-40 Company.
MAGNALUBE es una marca registrada de Carleton-Stuart Corporation.

PN 105305.0003
Marzo 2003
Edición 2,1

CENTROS DE SERVICIO DE TROXLER

Oficina principal de Troxler
3008 Cornwallis Road
PO Box 12057
Research Triangle Park, NC 27709
(919) 549-8661
(919) 549-0761 FAX

Centro de servicio de Maryland
7110 Golden Ring Road
Bldg. A, Suite 101
Baltimore, MD 21224
(410) 780-2601 (2602)
(410) 780-2603 FAX

Sucursal del medio oeste
784 Church Road
Elgin, IL 60123
(847) 695-0900
(847) 695-5094 FAX

Sucursal regional del oeste
11300 Sanders Drive
Suite 7
Rancho Cordova, CA 95742
(916) 631-0234
(916) 631-0272 FAX

Sucursal del sudoeste
2000 E. Randol Mill Road
Suite 611
Arlington, TX 76011
(817) 275-0571
(817) 275-8562 FAX

Filial europea de Troxler
Troxler Electronics GmbH
Gilchinger Strasse 33
D-82239 Alling /b. München
++49-8141-71063
++49-8141-80731 FAX

Cómo utilizar el Manual del usuario

Felicitaciones por su compra del **Densímetro Troxler para medición de humedad-densidad, modelo 3430.**

El *Manual del usuario* del **modelo 3430** proporciona información sobre el funcionamiento de la sonda e instrucciones para su uso. Concretamente, se describen los procesos para seleccionar el emplazamiento para tomar la medida, los procesos para configurar los parámetros básicos, los pasos para determinar la humedad y la densidad, los pasos para almacenar lecturas, junto con información útil a las operaciones avanzadas. Además, se proporciona información sobre la radiación y cómo detectar y localizar posibles anomalías en el sistema.

EXPLICACION DE LOS SIMBOLOS

En este manual se encuentran símbolos que revelan el motivo del texto presentado. A continuación se presenta una breve explicación de cada uno:

Los diamantes indican una lista de los elementos que el usuario debe tener (como equipos) o de cosas que debe saber.

< Los triángulos aparecen cuando más de una opción se encuentra disponible. Cada opción está marcada por un triángulo. Seleccione con cuidado la opción que le convenga.

Las marcas de control indican la ejecución de una acción. Si aparecen varias marcas de control, siga las instrucciones en el orden en que éstas se presentan.

<> Los paréntesis angulares indican una tecla o carácter (número o letra) que se debe presionar en el teclado de la unidad de control. Por ejemplo, "Pulse <**Enter**>" le indica al operador que debe presionar la tecla denominada "Enter" en el teclado.

NOTA Señala información importante que debe ser leída para asegurar una operación correcta.

Para los usuarios que vayan a realizar funciones de servicio y calibración en el Modelo 3430, está disponible el **Manual de mantenimiento del modelo 3430** (PN 105462) como complemento al *Manual del usuario*.

CONTENIDO

INFORMACION GENERAL **1-1**
Introducción 1-2
Partes y accesorios 1-4
Desembalaje e inspección 1-6
Selección del lugar de almacenamiento 1-7

ASPECTOS TEORICOS DE FUNCIONAMIENTO . . . **2-1**
Densidad 2-2
Humedad 2-4

OPERACION DEL DENSIMETRO **3-1**
El teclado 3-2
Activación del Densimetro 3-4
Configuración de los parámetros 3-5
Posiciones de la Varilla con la Fuente 3-8
Realización del conteo estándar 3-9
Preparación del terreno de emplazamiento /Colocación del Densimetro 3-11
Cómo realizar una medición-Modo de suelos 3-14
Cómo realizar una medición-Modo de asfalto 3-16

OPERACIONES AVANZADAS **4-1**
Compensaciones 4-2
Calibraciones especiales 4-7
Mediciones de capas delgadas 4-11

FUNCIONES ESPECIALES **5-1**
Ultimo conteo 5-2
Compensación 5-3
Prueba estadística (STAT) 5-3
Prueba de deriva 5-6
Calibraciones especiales 5-8
Densidad relativa 5-8
Densidad sin huecos 5-9
Selección de unidades de medida 5-9
Constantes de calibración 5-10
Reinicialización de la memoria 5-11
Lectura de pruebas 5-11
Idioma 5-12

INFORMACION SOBRE LA RADIACION **A-1**
Aspectos teóricos A-2
Protección del personal A-5

ESPECIFICACIONES **B-1**
De medición B-2
Radiológicas B-4
Eléctricas B-5
Mecánicas B-6

MANTENIMIENTO PERIODICO **C-1**
Localización de averías C-2
Carga de baterías C-6
Mantenimiento mecánico C-8
Prueba de fuga C-12
Partes de repuesto C-13
Cómo devolver la sonda para reparación C-17
Centros de servicio C-18

TRANSPORTE Y ENVIOS **D-1**
Requerimientos D-2
Formularios de transporte D-7

PROPIETARIO DE LA SONDA
ATENCION

Este equipo dispone de funciones cuya utilización requiere la introducción de un CODIGO DE ACCESO, el cual deberá ser introducido por el usuario. Para información adicional sobre el uso del código de acceso, refiérase a la función específica en el capítulo 5.

El CODIGO DE ACCESO para esta sonda es:

4678

Desprenda esta página si quiere evitar que personal no autorizado tenga acceso al mencionado código, y por tanto, a las funciones especiales.

NOTAS

CAPITULO I

INFORMACION GENERAL

Este capítulo presenta una introducción general al modelo 3430 y sus aplicaciones. A continuación se encuentran una lista de las partes de la sonda y los accesorios que la acompañan, instrucciones para desembalar e inspeccionar el sistema, y pautas para ayudar en la selección del lugar de almacenamiento.

Contenido:

INTRODUCCION 1-2

PARTES Y ACCESORIOS 1-4

DESEMBALAJE E INSPECCION 1-6

SELECCION DEL LUGAR DE ALMACENAMIENTO . . . 1-7

INTRODUCCION

El Densímetro Troxler modelo 3430 es capaz de determinar rápidamente y con precisión la humedad y la densidad de suelos, bases, agregados (áridos), hormigón y asfalto (hormigón asfáltico), sin tener que recurrir a métodos de intervención física, como puede ser el caso con la extracción de testigos.

El modelo 3430 determina la densidad mediante la transmisión, directa o retrodispersada, de los rayos gamma, cuantificando el número de fotones emitidos por una fuente de Cesio-137. Los detectores GM (Geiger y Müller) ubicados en la base del medidor detectan los rayos gamma y un microprocesador convierte los conteos en una medida de densidad.

Por el contrario, para determinar la humedad de los suelos y materiales semejantes, el modelo 3430 utiliza el principio de termalización de neutrones. Hidrógeno (agua) en el material frena los neutrones emitidos por una fuente constituida de Americio-241:Berilio (o Californio-252 en el modelo 3430-M). La detección de los neutrones frenados se realiza mediante detectores de Helio-3 situados en la base de la sonda.

La utilización de instrumentos nucleares para la determinación de densidades y humedades ha sido aprobada por la American Society of Testing and Materials (ASTM, Asociación Norteamericana para la Prueba de Materiales). El modelo 3430 cumple con todos los requisitos de las normas C1040, D2922, D2950 y D3017 de la ASTM.

Cierta información presentada en este manual se utiliza en cursos de capacitación ofrecidos por Troxler Electronic Laboratories, Inc. Dichos cursos pueden ayudar a nuestros clientes que intentan obtener una licencia para usar materiales radiactivos, tramitada y otorgada por la Comisión de Regulación Nuclear de los EE.UU. o por un estado ("Agreement State") que ha firmado el acuerdo con dicha comisión para autorizar, inspeccionar y regular el uso de fuentes nucleares dentro de su territorio nacional. Los propietarios de esta sonda Troxler modelo 3430 deberán mantener una licencia vigente que les autoriza usar materiales radiactivos por el período

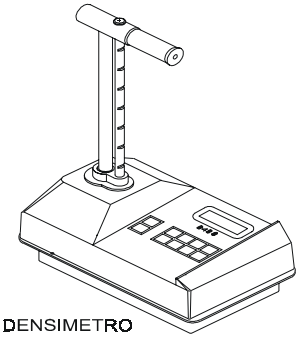
de tiempo que ellos tengan dicha sonda en su posesión, inclusive cuando el medidor esté almacenado y sin usar. Se les aconseja a los propietarios que insistan en que todo operador posible lea este manual antes de utilizar la sonda. A fin de comprobar su exposición a la radiación, todo usuario de la sonda debe llevar un dosímetro siempre que la utilice o la limpie. Aunque la sonda es completamente segura y no presenta ningún peligro de radiación bajo un régimen normal de explotación correcta, *la posibilidad de peligro sí se presenta al usarla incorrectamente*. Todo operador del instrumento debe leer las secciones de este manual que conciernen la protección del personal contra la radiación. **En el caso de que exista cualquier duda o falta de comprensión con respecto a esta información, el usuario debe ponerse en contacto con Troxler, con un representante designado por Troxler u con otro experto dentro de la organización del usuario.** Para obtener información adicional sobre la seguridad nuclear, se recomienda que se asista un *Curso de capacitación para el uso de sondas nucleares* ofrecido por Troxler.

Las reglas locales, estatales, y federales cambian continuamente, y el propietario/usuario debe mantenerse al corriente con este reglamento. *Es el propietario quien tiene la responsabilidad principal de cumplir con dichas reglas.* El propietario tiene la opción adicional de comprar y subscribirse a los Títulos 10 y 49 del *Código de Reglamento Federal* y a las reglas publicadas para su localidad o estado.

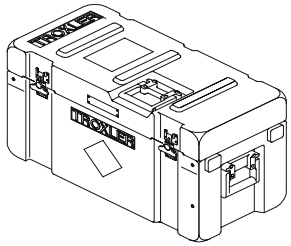
NOTA

Este manual también contiene información sobre la radiología con respecto al modelo 3430-M. El 3430 y el 3430-M tienen las mismas funciones y aspectos operacionales, pero sus fuentes de neutrones son distintas.

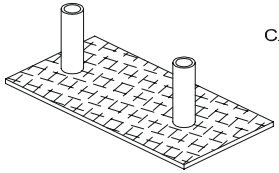
PARTES Y ACCESORIOS



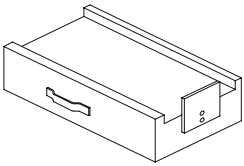
DENSIMETRO



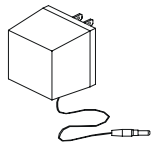
CAJA DE TRANSPORTE



PLACA PARA RASPADO/GUIA
DE VARILLA
DE PERFORACION

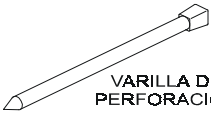


BLOQUE DE
REFERENCIA

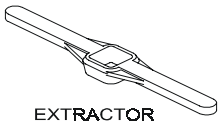


CARGADOR 110/220
VCA 50-60 HZ

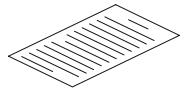
CARGADOR/
ADAPTADOR CC



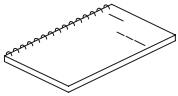
VARILLA DE
PERFORACION



EXTRACTOR



CERTIFICADO DE
FUENTE Y GARANTIA



MANUAL DEL USUARIO

1. **El Densímetro** es un instrumento portátil que contiene todos los módulos electrónicos, bloques (conjuntos) de baterías recargables, detectores y fuentes radiactivas. A lo largo de este manual, a la sonda se le refiere también con las palabras "instrumento", "medidor", y "equipo".

2. **El bloque de referencia** proporciona un material que sirve de referencia constante para efectuar los ajustes en la sonda, los cuales son necesarios para compensar la desintegración progresiva de la fuente.

3. **La placa para alisado/guía de la varilla de perforación** se utiliza para preparar el terreno de emplazamiento, o la porción de tierra sobre la cual se va a colocar el equipo, y para guiar la varilla al hacer la perforación.

4. **La varilla de perforación** se utiliza para preparar un orificio cuando se va a efectuar una medición de transmisión directa. **¡No utilice la varilla con la fuente para hacer esto!**

5. **Dos cargadores/adaptadores** se suministran: uno para CC (12 VCC) y otro para CA (115/230 VCA 50/60 Hz.)

6. **Una caja para la batería de repuesto** está incluida para uso con baterías alcalinas (no se incluyen las baterías).

7. **La caja de transporte** es un contenedor diseñado para el transporte de la sonda y sus partes asociadas.

8. **El extractor** es una herramienta para sacar la varilla de perforación del material probado.

DESEMBALAJE E INSPECCION

Al recibir el densímetro de la fábrica, usted debe inspeccionarla y hacer un inventario completo. Si la caja de transporte, otra parte del contenedor y/o la sonda misma está dañada, notifique al agente de transporte y a su representante de Troxler **inmediatamente**.

Guarde la caja y el material de embalaje en caso de que sea necesario enviar la sonda a otro lugar o devolverla a la fábrica. Consulte *Apéndice D* para instrucciones e información de reglamento para envíos.

Los componentes del envío deben incluir:

Manual del usuario
Certificado de garantía de la sonda
Certificado de la fuente
Sonda Troxler, modelo 3430
Placa para alisado
Varilla de perforación
Cargador de batería CA
Adaptador de alimentación (para encendedores eléctricos/coches)
Caja de baterías alcalinas
Cerradura, con llaves

Saque la sonda de la caja. Inspeccione la sonda, busque evidencia de daño. Examine la cerradura en la empuñadura, verificando que las llaves la abran y la cierren.

SELECCION DEL LUGAR DE ALMACENAMIENTO

Para la selección del lugar de almacenamiento de la sonda, es importante considerar las reglas, establecidas por la agencia de regulación interesada y por las condiciones de su licencia, que rigen el almacenamiento de dispositivos con bajo nivel de radiactividad.

El mango debe estar cerrado y el densímetro almacenada en su caja de transporte.

Se recomienda que la sonda y la caja de transporte se almacenen a una distancia de por lo menos 15 pies de las zonas de trabajo. Lo ideal sería guardarlo en un armario cerrado libre de humedad (a cubierto).

El lugar de almacenamiento debe estar indicado por un letrero "PRECAUCION: MATERIALES RADIACTIVOS" (dicho letrero puede ser obtenido de Troxler).

Se desaconseja el almacenamiento de una sonda radiactiva en un automóvil.

NOTAS

CAPITULO II

ASPECTOS TEORICOS DE FUNCIONAMIENTO

Este capítulo le brinda una breve descripción de la teoría operacional del Modelo 3430. Se presentan ilustraciones de los modos de operación de transmisión directa y de retrodispersión, acompañadas por una explicación corta de la fuente de Cesio-137, la fuente de Americio-241:Berilio y la geometría de los detectores.

Contenido:

DENSIDAD 2-2

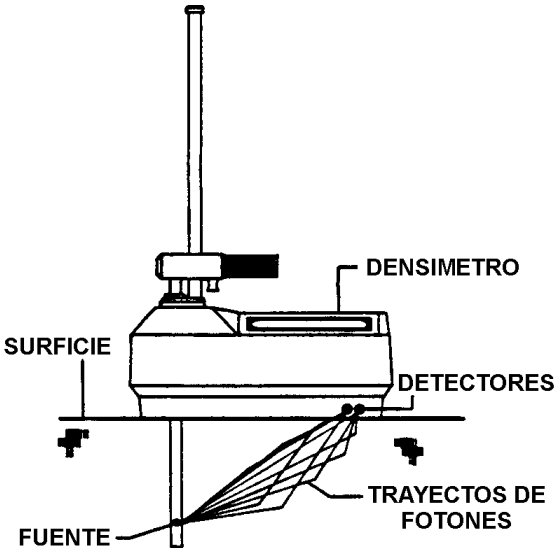
HUMEDAD 2-4

DENSIDAD

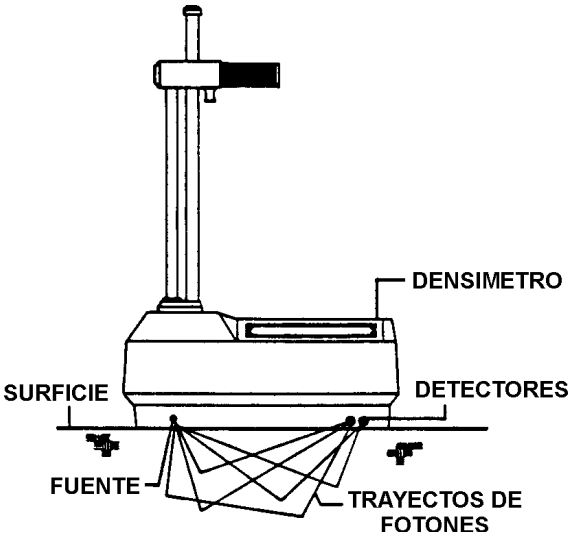
El densímetro Troxler modelo 3430 tiene dos modos de operación: *el modo de transmisión directa* (la varilla con la fuente perforando el material) y *el modo de retrodispersión* (la varilla con la fuente se encuentra próximo, pero no perforando, el material que será medido). Las figuras en la página siguiente ilustran los dos modos de funcionamiento.

En el modo de transmisión directa, la varilla con la fuente de Cesio-137 (0.3 GBq/8 mCi) se introduce en el terreno hasta la profundidad deseada. Los detectores (tubos de GM) en la base de la sonda cuantifican la radiación emitida por la varilla con la fuente. Para llegar a los detectores, los fotones gamma deben primero pasar a través del material, donde chocan con los electrones allí presentes. Una alta densidad del material supone un alto número de choques correspondientes, lo que reduce el número de fotones que llegan a los detectores. En resumen, mientras menor sea el número de fotones que alcancen a los detectores, mayor será la densidad del material.

El modo de retrodispersión, los fotones gamma deben ser dispersados (o reflejados) por lo menos una vez antes de alcanzar a los detectores en la sonda. Para efectuar este proceso, se coloca la varilla en una posición que corresponde a la primera muesca o ranura, situada por debajo de la posición "SAFE" ("seguridad"), así que la fuente y los detectores se encuentran en el mismo plano, denominado "posición de retrodispersión". Los fotones provenientes de la fuente penetran el material, y los que se dispersan son medidos por los detectores. A fin de evitar que los fotones puedan acceder a los detectores directamente, sin ser dispersados por el material, la sonda dispone de blindajes entre la fuente y los detectores.



TRANSMISION DIRECTA



RETRODISPERSION

HUMEDAD

El modelo 3430 utiliza una fuente de neutrones de 40 mCi de Americio-241:Berilio para medir el contenido de hidrógeno (y por tanto, de agua) del material en cuestión. El 3430M emplea una fuente 60 µCi (2.22 MBq) de Californio-252.

Los neutrones emitidos por la fuente de Am-241:Be penetran el material y son termalizados (o sea, frenados). La termalización es un proceso en que los neutrones son frenados hasta tal punto que en los choques sucesivos con hidrógeno u otros materiales ya no pierden más velocidad.

El modelo 3430 dispone de un detector de neutrones de Helio-3, el cual es muy sensible a los neutrones termalizados ("frenado"), pero no sensible a los neutrones "rápidos", así que los conteos obtenidos mediante este detector son directamente proporcionales a la cantidad de hidrógeno/humedad presente en el material.

CAPITULO III

OPERACION DEL DENSIMETRO

En este capítulo se describe la operación básica de la sonda Troxler, modelo 3430. Concretamente, se incluyen instrucciones para la selección de parámetros y para la realización del conteo estándar diario y de las mediciones de humedad y densidad.

Contenido:

TECLADO 3-2

ACTIVACION DEL DENSIMETRO 3-4

CONFIGURACION DE LOS PARAMETROS 3-5
- Selección de las unidades de Medida 3-5
- Selección del tiempo de conteo 3-6
- Selección de la profundidad 3-6
- Selección del modo 3-6

POSICIONES DE LA VARILLA CON LA FUENTE 3-8

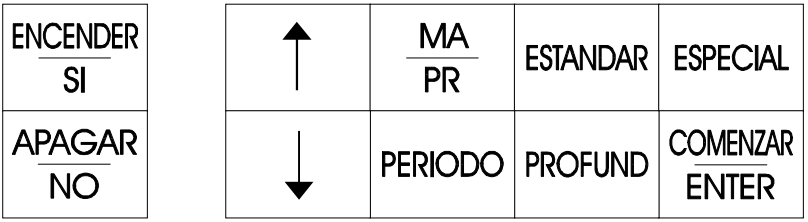
REALIZACION DEL CONTEO ESTANDAR 3-9

PREPARACION DEL TERRENO DEL EMPLAZAMIENTO/COLOCACION DEL DENSIMETRO 3-11

COMO REALIZAR UNA MEDICION-Modo de suelos . . . 3-14

COMO REALIZAR UNA MEDICION-Modo de asfalto . . . 3-16

TECLADO



El teclado del modelo 3430 tiene 10 teclas--un teclado de 8 funciones y las teclas <**ENCENDER/SI**> y <**APAGAR/NO**>. La sonda dispone de un dispositivo emisor de tonos, o "beeper", que suena cada vez que se registra una tecla presionada. Siempre que no se produzca dicho sonido, significa que la máquina no registró la tecla presionada y, por lo tanto, se debe presionar otra vez. Las teclas <**ENCENDER/SI**> y <**APAGAR/NO**> se usan para responder a preguntas específicas que se ven en la pantalla, y para activar y desactivar la sonda.

Las flechas hacia arriba y hacia abajo le permiten al usuario desplazarse por las listas de funciones visualizadas en la pantalla.

La lista a continuación incluye una descripción detallada de las teclas específicas y las secciones de este manual donde se puede obtener más información sobre las mismas.

TECLAS	DESCRIPCION	SEC.
ENCENDER/SI	Activa la sonda y sirve como respuesta afirmativa a las indicaciones en la pantalla.	3-4
APAGAR/NO	Desactiva la sonda y sirve como respuesta negativa a las indicaciones en la pantalla.	
8	Para desplazarse hacia arriba.	
9	Para desplazarse hacia abajo.	
MA/PR	Para habilitar un valor Proctor o Marshall.	3-6
PERIODO	Para cambiar el tiempo de conteo.	3-6
ESTANDAR	Para entrar en el modo de *Conteo estándar*.	3-10
PROFUND	Para introducir la profundidad de la varilla con la fuente.	3-6
ESPECIAL	Para acceder a las funciones *especiales*.	5-1
COMENZAR/ ENTER	Para iniciar una medición, o para finalizar la introducción de datos o una respuesta.	

ACTIVACION DEL DENSIMETRO

La sonda utiliza baterías recargables de Níquel-Cadmio (incluidas con la sonda) como fuente de alimentación. Cuando se activa la sonda, la pantalla del panel de control visualiza varios caracteres de prueba, y luego pasa inmediatamente al proceso de autoprueba.

NOTA

Si, después de activación, la sonda se desactiva a sí misma, puede indicar una carga de batería débil (véase la página C-6) o que el interior de la sonda está mojada (véase la página C-11).

Para activar la sonda, presione <**ENCENDER**>.

La prueba en la "LCD" (pantalla de cristal líquido) será:

Comprobando LCD
0123456789ABCDEFG

Una vez completada la autoprueba, la cual dura 300 segundos, el instrumento pasa al modo *Preparado*. En este estado se puede acceder a cualquiera de las funciones de la sonda.

La pantalla para el modo *Preparado* muestra:

<LISTO> xx Seg.
Prof.: RETRODISP

La primera línea en la pantalla indica el tiempo de conteo actual. La segunda línea indica la profundidad seleccionada para la varilla con la fuente.

CONFIGURACION DE LOS PARAMETROS

Varios parámetros, tales como las unidades de medida y el tiempo de conteo, pueden ser inicializados después de desembalar y activar el medidor. Normalmente, una vez establecidos, no es necesario cambiar estos parámetros.

SELECCION DE LAS UNIDADES DE MEDIDA

El modelo 3430 permite obtener los resultados de la medición expresados en unidades métricas o en unidades inglesas. Para seleccionar las unidades de medida, primero acceda al menú de funciones *Especiales* presionando <**ESPECIAL**>.

Presione la flecha hacia abajo siete veces, con lo que se obtiene en la pantalla:

Para escoger *Selección de unidades*, presione <**ENTER**>.

Las flechas hacia arriba y hacia abajo pueden ser utilizadas para desplazarse por las unidades disponibles. Para seleccionar la unidad visualizada, presione <**ENTER**>.

SELECCION DEL TIEMPO DE CONTEO

Cuanto mayor sea el tiempo de conteo, mayor será también la precisión de la medición.

Presione <**PERIODO**> para mostrar en la pantalla:

Período xx Seg.
(8 9 o ENTER)

Las flechas hacia arriba y hacia abajo pueden ser utilizadas para desplazarse por los tiempos de conteo disponibles. Para seleccionar el tiempo de conteo visualizado, presione <**ENTER**>.

SELECCION DE LA PROFUNDIDAD

Para cambiar la profundidad a la cual se va a hacer la medición, presione <**PROFUNDIDAD**>.

Prof: RETRODISP
(8 9 a cambiar)

Las flechas hacia arriba y hacia abajo pueden ser utilizadas para desplazarse por las profundidades disponibles Para seleccionar la profundidad de medición visualizada, presione <**ENTER**>.

SELECCION DEL MODO (Marshall/Proctor)

Se puede utilizar el modelo 3430 para efectuar mediciones de suelos, asfalto, y hormigón. Para seleccionar el modo de suelos, introduzca un valor Proctor o active un valor Proctor existente. Para seleccionar el modo de asfalto, introduzca un valor Marshall o active un valor Marshall existente. El instrumento permite almacenar solamente un valor Marshall y un valor Proctor a la vez.

NOTA

En el caso del hormigón, se puede seleccionar el modo de asfalto o el de suelos. La selección del modo de suelos efectúa mediciones de humedad, mientras la selección del modo de asfalto produce una medida de densidad solamente.

Para introducir o activar un valor Marshall o un valor Proctor, presione <**MA/PR**>. La pantalla muestra

o

Para cambiar de un valor Marshall a un valor Proctor, o vice versa, utilice las teclas de flecha.

Para activar el valor en la pantalla, presione <**NO**>.

Para cambiar el valor visualizado, presione <**SI**>. El primer dígito del valor destellará. Utilice las teclas de flecha para desplazarse por las entradas posibles (0-9 y ,). Cuando está visualizado el valor correcto para ese dígito, presione <**ENTER**>. Luego se resaltará con luz intermitente al próximo dígito a la derecha, y así hasta el dígito final.

Al finalizar la introducción del valor, el medidor activa dicho valor y regresa al modo *Preparado*.

POSICIONES DE LA VARILLA CON LA FUENTE

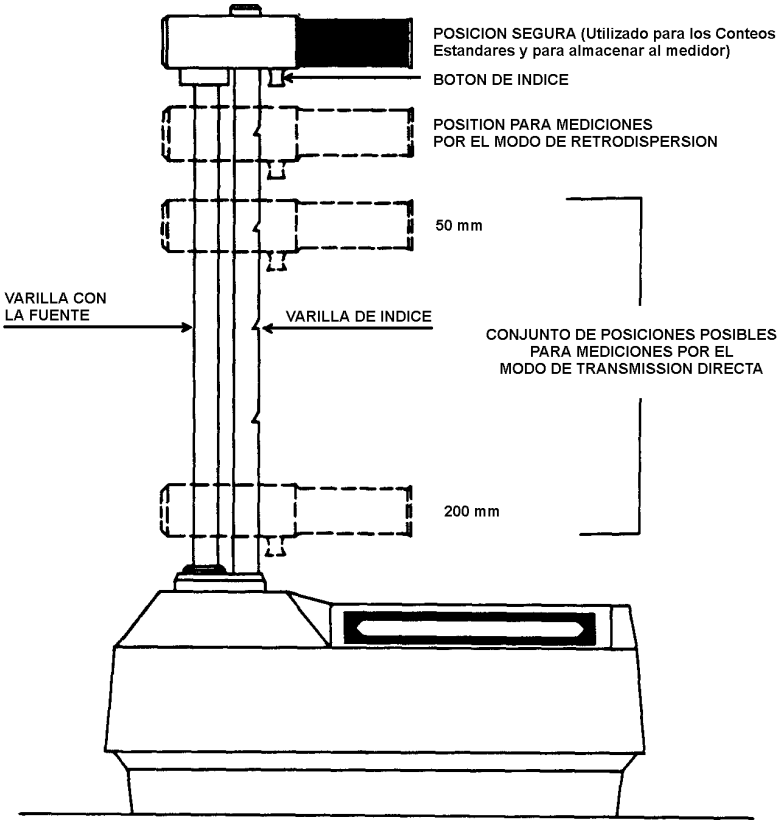

POSICION SEGURA (Utilizado para los Conteos Estandares y para almacenar al medidor)
BOTON DE INDICE
POSITION PARA MEDICIONES POR EL MODO DE RETRODISPERSION
50 mm
VARILLA CON LA FUENTE
VARILLA DE INDICE
CONJUNTO DE POSICIONES POSIBLES PARA MEDICIONES POR EL MODO DE TRANSMISSION DIRECTA
200 mm

Figura 3-1
Posiciones de la varilla con la fuente

REALIZACION DEL CONTEO ESTANDAR

El modelo 3430 utiliza una fuente de Cesio-137 y de Americio-241:Berilio para efectuar mediciones. Estas fuentes de bajo nivel de radiactividad, pasan por un proceso natural de desintegración que da lugar a una progresiva reducción de su intensidad. Se denomina "vida media de una fuente", el tiempo necesario para reducir su intensidad en un cincuenta por ciento.

Con la finalidad de compensar el efecto de dicha disminución progresiva, se recomienda que se tome diariamente un conteo de referencia, el cual se conoce como el "conteo estándar". De esta manera se puede asegurar la mayor precisión al hacer las medidas. El medidor viene equipado con un bloque de referencia para la toma del conteo estándar. Coloque el bloque de referencia sobre una superficie plana y seca, que se encuentre situada por lo menos a tres metros (diez pies) de distancia de cualquier superficie vertical de grandes dimensiones, y por lo menos a diez metros (33 pies) de distancia de cualquier otra fuente radiactiva. La superficie debe constituirse de asfalto, hormigón, o suelo, por lo menos de 10 centímetros (4 pulgadas) de espesor. El lado derecho del instrumento debe estar colocado junto al tope metálico (véase la figura a continuación).

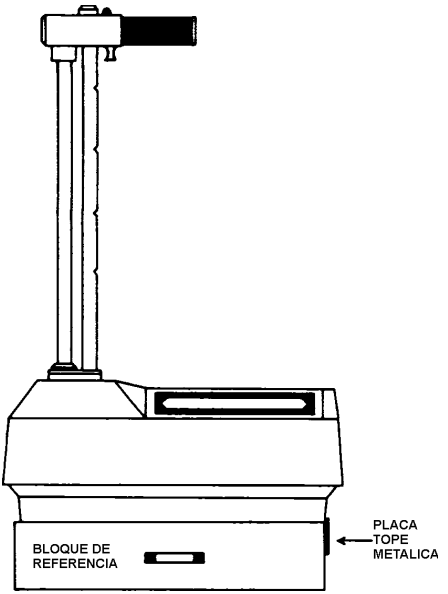
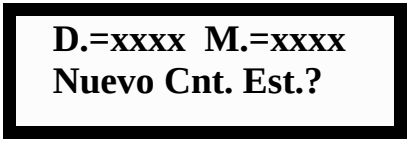


Figura 3-2
Posición del conteo estándar

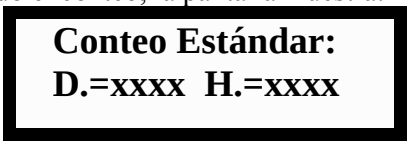
Para comenzar el procedimiento de conteo estándar, presione <**ESTANDAR**>.



Para tomar un nuevo conteo estándar, presione <**SI**>.

Asegúrese de que la sonda esté colocada sobre el bloque de referencia, según se indicó en la página anterior y la varilla con fuenta en la posición de seguridad. Para iniciar el conteo, presione <**COMENZAR**>.

Una vez finalizado el conteo, la pantalla muestra:



Para volver al modo *Preparado*, presione <**SI**>.

PREPARACION DEL TERRENO DE EMPLAZAMIENTO/COLOCACION DEL DENSIMETRO

La preparación de la superficie del terreno de emplazamiento es de la máxima importancia en la operación de la sonda. A continuación se presentan los procedimientos de preparación del terreno tanto para suelos y bases de carreteras como para superficies de asfalto. Deberá seguirse el procedimiento apropiado de preparación para asegurar que la sonda produzca lecturas de la más alta precisión.

PREPARACION DE SUELOS Y BASES DE CARRETERAS

Puesto que las condiciones de la superficie del suelo pueden afectar mucho a la precisión de una medición, es importante localizar un lugar plano, sin agujeros grandes, grietas o restos de cualquier índole.

Allane la superficie del suelo moviendo hacia adelante y hacia atrás la placa para raspado. Retírela y rellene todos los huecos y desigualdades que resultaron con arena fina, con polvo de cemento o de cal, aplanando los mismos para que sean bien nivelados.

Coloque la placa para raspado de nuevo en el mismo lugar, y presione hasta conseguir que la superficie esté plana.

En el caso de las mediciones de transmisión directa, haga que la varilla de perforación pase por la herramienta de extracción y luego por unas de las guías en la placa (véase la figura 3-3).

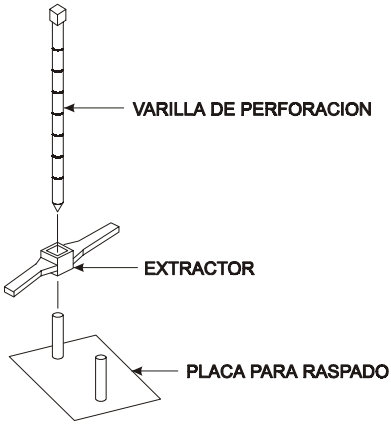


Figura 3-3
Colocación de la varilla de perforación

Póngase un dosímetro individual y unas gafas de protección. Con su pie sujetando la placa, golpee con un martillo el extremo de la varilla de perforación, hasta que ésta alcance a una profundidad que sea, por lo menos, 50 milímetros (2 pulgadas) mayor que la profundidad necesaria para la medición. Esta profundidad adicional se contempla en los incrementos de la varilla de perforación.

Para que se coloque el instrumento con la precisión máxima, marque en el suelo el contorno de la placa de raspado/guía antes de retirar la varilla de perforación (véase la figura 3-4).

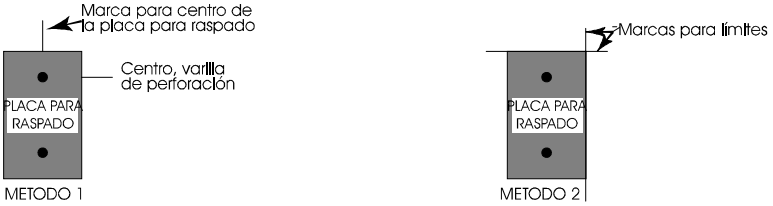


Figura 3-4
Cómo marcar el emplazamiento

Retire la varilla de perforación en línea recta y hacia arriba, y al mismo tiempo girando hacia los lados la herramienta de extracción. Nunca afloje la varilla de perforación por

medio de golpes laterales dados con un martillo. Este tipo de maltrato tendrá por resultado que se deforma el orificio y/o que el mismo se llena con tierra.

Con cuidado, levante la placa para raspado y coloque la sonda sobre la misma superficie. Inserte la varilla con la fuente en el orificio creado por la varilla de perforación. Tenga cuidado de no aflojar el suelo alrededor del orificio.

Introduzca la varilla con la fuente en el orificio. Libere entonces el disparador y bloquee la varilla con la fuente en la posición correcta. La indicación de que se ha logrado esta posición es un "clic" producido por el elemento de fijación.

Deslice suavemente el instrumento a la derecha (hacia el lado en el que se encuentra el teclado) de manera que la varilla con la fuente haga contacto con la pared del orificio.

PREPARACION DE LA SUPERFICIE DE ASFALTO

Cuando se trata de superficies de hormigón asfáltico, la preparación del emplazamiento no requiere el uso de la placa para raspado.

Encuentre una zona igualada y plana del hormigón asfáltico. En el caso de mezclas abiertas, se puede rellenar todas los huecos con arena o cemento en polvo. Procure que el hormigón asfáltico quede siempre al descubierto. **La parte base de la sonda debe apoyarse sobre el hormigón asfáltico, no sobre el material de relleno!**

Asegúrese de que la sonda no se mueve. Debe mantenerse estable y firme. Si no es posible lograr estas condiciones, busque otro emplazamiento. En el caso de hacer una medición alrededor de un testigo, se puede mover la sonda hasta estar a unas pulgadas del testigo, para que se quede firme.

COMO REALIZAR UNA MEDICION - Modo de suelos

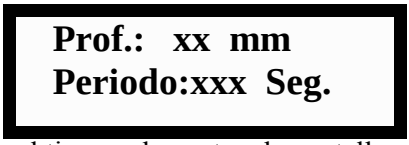
PARAMETROS DE DENSIDAD PROCTOR

Cuando se habilita un valor Proctor, se selecciona el modo de "suelos" automáticamente (véase la página 3-6).

FORMA DE REALIZAR UNA MEDICION

Coloque la sonda sobre el emplazamiento. Libere el mango y empújelo hacia abajo hasta alcanzar la posición correcta. Verifique que la clavija se enganche con la muesca en la varilla indicadora.

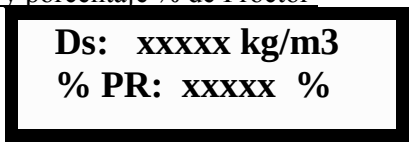
Presione <**COMENZAR**>



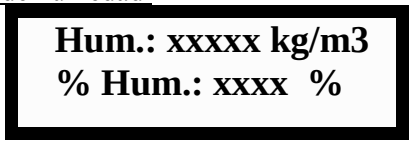
Una vez expirado el tiempo de conteo, la pantalla muestra:

Densidad húmeda

o Densidad seca y porcentaje % de Proctor



o Humedad y % de humedad

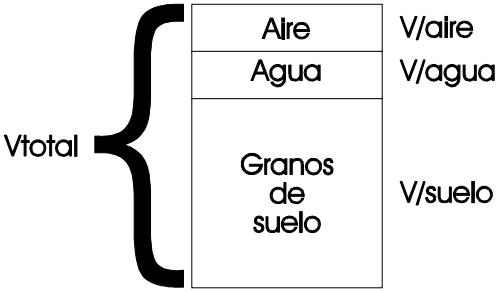


o Huecos de aire y relación de huecos

Hueco A: xxxx %
Relac Hue: xxxx

Para seguir visualizando los datos (conteos y relaciones de conteos de humedad y densidad), utilice las teclas hacia arriba y hacia abajo.

El diagrama a continuación presenta una ilustración de los términos "relación de huecos" y "porcentaje de huecos de aire". La relación de huecos es la relación entre el volumen ocupado por aire y agua en el suelo y el volumen ocupado por partículas sólidas. El porcentaje (%) de huecos de aire refiere al volumen de huecos de aire solamente como un porcentaje del volumen total.



Las expresiones siguientes se utilizan para calcular los valores anteriores.

% HUECOS DE AIRE = 100 (1 - (Vs/Vt) - (Vw/Vt))
donde: Vs = Volumen del suelo
Vt = Volumen total
Vw = Volumen del agua

o, % HUECOS DE AIRE = 100 (1 - (DD / SG(Dw)) - (M / (Dw)))
donde: Dw = Densidad del agua
SG = Peso específico de partículas del suelo
DD = Densidad seca
M = Humedad

RELACION DE HUECOS = Volumen huecos/Volumen suelo
= (SG(Dw) - DD) / DD

COMO REALIZAR UNA MEDICION - Modo de asfalto

PARAMETROS DE DENSIDAD MARSHALL

Cuando se habilita un valor de Marshall, se selecciona automáticamente el modo de asfalto (véase la página 3-6).

FORMA DE REALIZAR UNA MEDICION

Coloque la sonda sobre el emplazamiento. Libere el mango y empújelo hasta alcanzar la posición de "retrodispersión". Seleccione la profundidad para "retrodispersión". Asegúrese de que la clavija se enganche en la muesca en la varilla indicadora.

Presione <**COMENZAR**>

Prof.: 0 mm
Periodo: xxx Seg.

Una vez expirado el tiempo de conteo, la pantalla muestra o:

Densidad húmeda y porcentaje % de Marshall

DH: xxxxx kg/m3
% MA: xxxxx %

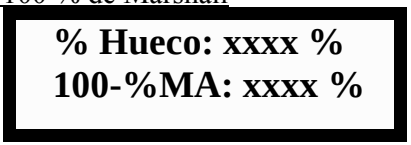
o Densidad seca

DS: xxxxx
(8 9 Repasar datos)

o Humedad y % de humedad

Hum.: xxxxx kg/m3
% Hum.: xxxx %

o % de huecos y 100-% de Marshall



donde % HUECOS = 100 (1 - WD/SIN HUECOS)

Para visualizar los datos restantes (conteos y relaciones de conteos de humedad y densidad), presione la flecha hacia abajo.

NOTAS

CAPITULO IV

OPERACIONES AVANZADAS

Este capítulo contiene instrucciones para el uso del modelo 3430 en circunstancias especiales, en las cuales el instrumento puede necesitar una compensación (corrección) o una calibración especial. También presenta el procedimiento para medir capas delgadas de hormigón asfáltico.

Contenido:

COMPENSACIONES 4-2

CALIBRACIONES ESPECIALES 4-7

MEDICIONES DE CAPAS DELGADAS 4-11

COMPENSACIONES

El modelo 3430 es calibrado en la fábrica para uso con suelos, materiales bituminosos y hormigones, cuya densidad tiene una gama aproximada de 1100 y 2700 kg/m^3 (70 a 170 PCF). Si se desea utilizar la sonda para medir materiales con densidades fuera de esta gama, será necesario ajustar al instrumento por medio de una compensaciones, o corrección. El modelo 3430 permite compensaciones para tres tipos de mediciones: de densidad, de humedad, y de zanja.

NOTA

Una vez activada una compensación, introduciéndose la compensación deseada, todas las lecturas subsiguientes se ajustarán automáticamente para este factor. Es de máxima importancia que el usuario **desactive** esta función antes de medir materiales que no la requieren. **Las correcciones se anulan si se desactiva la sonda por más de 10 segundos.**

Las compensaciones de densidad son más frecuentes para materiales cuya densidad quede fuera de la gama de 70 a 170 libras por pie cúbico (o sea, de 1121 a 2723 kg/m^3) y para materiales cuya composición es bien distinta al promedio de suelo/asfalto utilizado para calibrar la sonda en la fábrica.

Las compensación de humedad son necesarias para efectuar mediciones exactas en materiales con un alto contenido de hidrógeno, como es el caso de cemento, yeso, carbón, o cal, para los cuales se necesita una compensación negativa. Por el contrario, hay que usar una compensación positiva con materiales que contengan una alta proporción de sustancias absorbentes de neutrones, como el Boro o el Cadmio.

Con el 3430 es también necesario introducir una compensación cuando las mediciones se llevarán a cabo en el interior de una zanja o muy cerca de un edificio. Las estructuras verticales producen retrodispersión de neutrones y fotones hacia el medidor, lo que introduce errores en los conteos obtenidos.

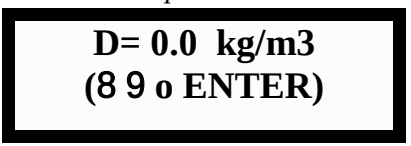
DESVIACION DE DENSIDAD

Para acceder a las funciones *especiales*, presione <**ESPECIAL**>.

Para acceder a la función de *Compensación*, presione la flecha hacia abajo una vez. Presione <**ENTER**> para obtener en la pantalla:

Presione <**ENTER**>.

Para activar la función de *Compensación de densidad*, presione <**SI**>.



Introduzca la diferencia entre la lectura de densidad producida por la sonda y la densidad de laboratorio. Cuando se desea introducir un signo menos (-) (para una compensación negativa), **primero** presione la flecha hacia abajo. Utilice las flechas hacia arriba y hacia abajo para desplazarse por los números.

Para seleccionar el próximo dígito y/o para salir, presione <**ENTER**>.

La pantalla muestra:

COMPENSACION DE HUMEDAD

En algunos suelos existen ciertos materiales, distintos al agua y otro material físico que absorbe los neutrones, con un alto contenido de hidrógeno. Este hecho es importante, puesto que, para medir la humedad correctamente, el modelo 3430 determina el contenido de hidrógeno del material y lo compara con el contenido de agua, así que ambos materiales pueden conducir a falsear las mediciones de humedad hechas por la sonda. Para medir dichos materiales, hay que utilizar una compensación de humedad para ajustar las lecturas. El factor de compensación (k) se determina comparando el valor de humedad obtenido en laboratorio con una muestra del valor de humedad logrado por la sonda. Para determinar el factor de compensación, siga el procedimiento a continuación:

Para determinar el contenido de humedad de una muestra tomada en el terreno ($\%M_{LAB}$), utilice los métodos de laboratorio (por ejemplo, secado a horno, etc.).

Realice una medición con la sonda en el emplazamiento. Anote la medida ($\%M_{SONDA}$). Es posible tomar múltiples muestras y medidas. Calcule la humedad media de las muestras. Este valor medio deberá ser utilizado para calibrar el factor de compensación.

Calcule el factor de compensación (k).

$$k = \frac{\%M_{LAB} - \%M_{DENSIMETRO}}{100 + \%M_{DENSIMETRO}} \times 1000$$

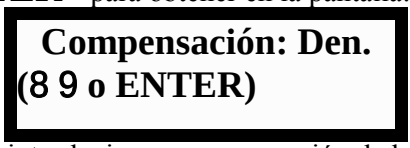
NOTA

Si el valor k es negativo, pulse la flecha hacia abajo antes de introducir el primer dígito, para introducir un

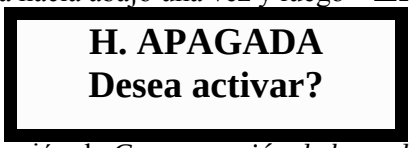
Para acceder a las funciones *especiales*, presione <**ESPECIAL**>.

Para acceder a la función de *Compensación*, presione la flecha hacia abajo una vez.

Presione <**ENTER**> para obtener en la pantalla:



Cuando se desea introducir una compensación de humedad, presione la flecha hacia abajo una vez y luego <**ENTER**>.



Para activar la función de *Compensación de humedad*, presione <**SI**>.

Cuando se desea introducir un signo menos (-) (para una compensación negativa), primero presione la flecha hacia abajo. Utilice las flechas hacia arriba y hacia abajo para desplazarse por los números.

Para cambiar de campo y/o salir, presione <**ENTER**>.

La pantalla muestra:

COMPENSACIONPARA MEDICIONES EN ZANJAS

En los casos cuando el modelo 3430 será utilizado para efectuar medidas de humedad o densidad en el interior de una zanja, o a menos de dos pies (0,6 m) de una gran superficie vertical, puede ser necesario introducir una compensación de zanja. Esta compensación ajusta todas las medidas de humedad, pero ajusta las de densidad solamente para retrodispersión en espesores de hasta cuatro pulgadas (10 cm).

Realice una compensación de zanja siguiendo el procedimiento a continuación:

Haga el conteo estándar diario (fuera de la zanja) y anote los valores de los conteos de humedad y densidad.

Anote los valores: $DENS(ESTND_{Diario})$ y $HUME(ESTND_{Diario})$

Coloque la sonda con la barra fuenta en positión de seguridad sobre el bloque de referencia en la zanja, a la misma distancia de la pared desde la cual se van a hacer las medidas. **No realice otro conteo estándar.**

Fije el tiempo de conteo a cuatro minutos.

Realice el conteo de cuatro minutos. Para iniciar el conteo, presione <**ENTER**>.

Anote los valores: (CD_{Zanja}) y (CH_{Zanja})

Reste los conteos estándares diarios de los conteos hechos en la zanja.

$DENS\ CONST = DENS(ESTND_{Diario}) - (CD_{Zanja})$
$HUME\ CONST = HUME(ESTND_{Diario}) - (CH_{Zanja})$

Para activar la compensación de zanja, eliga "zanja" de las opciones de Compensación bajo las funciones *Especiales*. El instrumento le solicitará que introduzca las constantes de densidad y constantes de humedad. Dichos valores se introducen en la misma manera que las compensaciónes de humedad y densidad, sin hacer caso al **signo - en la pantalla.**

CALIBRACIONES ESPECIALES

Los medidores Troxler se calibran utilizando "suelo normal", o sea, una mezcla de tierra comprendido por 50% caliza (calcárea) y 50% granito (siliceo). Dicha calibración por la fábrica permite la obtención de resultados precisos para la mayoría de los materiales encontrados en el campo de trabajo. Sin embargo, hay casos en los cuales la composición variable del material puede afectar la precisión de las medidas hechas por la sonda. En estos casos especiales, el instrumento puede calcular de nuevo el valor B, o este valor puede ser ajustado considerando la atenuación de masa (μ/ρ) del material. El coeficiente de la atenuación en masa (cm^2/g) indica la probabilidad de que un fotón tenga una interacción con el material.

Si se sabe la composición química del suelo, Troxler puede proporcionar un procedimiento para recalcular el valor B para que la sonda mida la densidad del suelo con exactitud. La persona que realiza este cálculo debe conocer a fondo la geometría del instrumento y el espectro de energía detectada de la fuente de Cs-137.

La función *Calibraciones especiales* permite que el modelo 3430 sea recalibrada para uso con materiales cuyos densidades y composiciones son distintas a las de los materiales utilizados para la calibración hecha por la fábrica.

Es preciso obtener la densidad real de una muestra del material antes de realizar una calibración especial. Sirve para este propósito un testigo, una muestra de laboratorio, etc.

Para acceder a las funciones *especiales* , presione <**ESPECIAL**>. Para acceder a la función *Calibraciones especiales*, presione la flecha hacia abajo cuatro veces. Presione <**ENTER**> para obtener en la pantalla:

CALIB. ESPECIAL
Recalibrar?

Cuando se desea recalibrar la sonda para densidades que se encuentran fuera de la gama considerada en la calibración efectuada por la fábrica, presione <**SI**>. Para desactivar la función

Calibraciones especiales, presione <**NO**> cuando se muestra la pantalla anterior y luego, cuando aparece la solicitud para desactivar dicha función, presione <**SI**>.

CALIB. ESPECIAL
Intro nuevo V B?

Si se utiliza el procedimiento ofrecido por Troxler para obtener un nuevo valor B, éste puede ser introducido presionando <**SI**>. Al contrario, presione <**NO**> para que la sonda calcule la recalibración. Antes de realizar esta operación, véase la explicación siguiente. Consulte la página 4-9 para información sobre calibraciones especiales calculadas por la sonda.

INTRODUCCION DE UN NUEVO VALOR B

Prof.: RETRODISP
(89 o ENTER)

Cuando se selecciona la profundidad de la medición, se puede cambiar el valor del dígito que destella presionando las flechas hacia arriba y hacia abajo. Si quiere aceptar el dígito que destella y seleccionar el próximo dígito, presione <**ENTER**>.

VALOR B = XXXX
(89 o ENTER)

La pantalla presenta el valor B actual. Para cambiar el valor del dígito que destella, utilice las flechas hacia arriba y hacia abajo. Para aceptar el dígito que destella y seleccionar el próximo dígito, presione <**ENTER**>.

Al finalizar la entrada, la sonda indicará que la calibración especial está habilitada y regresará al modo *Preparado*.

CALIBRACION CALCULADA POR EL DENSIMETRO

A fin de que la rutina correspondiente a la calibración especial ajuste la calibración de la sonda, hace falta obtener el valor real de la densidad de una muestra y realizar una medida del material con el instrumento.

NOTA

Cuando la medición de la densidad real requiere el uso de métodos destructivos, como pueden ser los casos de la extracción de testigos o la toma de muestras, tome medidas con la sonda antes de tomar las muestras.

Para seleccionar la profundidad y/o salir, presione <**ENTER**>.

Profundidad:
(8 9 o ENTER)

Utilice las teclas hacia arriba y hacia abajo para desplazarse por los números en busca de los que representen la profundidad de la medida. Para seleccionar el próximo campo y/o salir, presione <**ENTER**>.

En el caso de que no se hayan hecho los conteos de calibración, la sonda seguirá el procedimiento de hacer 4 conteos de un minuto.

El instrumento dispone de una nueva característica para realizar calibraciones parciales. Dicha característica es muy útil para las pruebas destructivas, ya que le permite al usuario introducir la densidad después de realizar los conteos. En el caso de que el usuario ya haya tomado conteos de calibración, la sonda le preguntará si debe usar dichos conteos para su calibración. Para usar los conteos previos, presione **<SI>**, y la sonda seguirá con su rutina para introducir valores de densidad. Para efectuar nuevos conteos, presione **<NO>**.

Pulse COMENZAR:
 # lectura X

Coloque el densímetro en el material de prueba. Para comenzar los 4 conteos de un minuto, presione **<COMENZAR>**. Después de completar cada conteo, el usuario debe inciar el próximo conteo presionando **<COMENZAR>**.

Introduzca. Dens
Conocida. Ahora?

Para crear una calibración parcial y regresar al modo *Preparado*, presione **<NO>**. Para introducir la densidad y así finalizar la calibración especial, presione **<SI>**.

Densidad: 0,0
(89 o ENTER)

Utilice las flechas hacia arriba y hacia abajo para cambiar el valor de un dígito. Para seleccionar el próximo dígito, presione <**ENTER**>. Después de introducirse el valor de la densidad, la rutina de calibración especial hará los ajustes necesarios para el nuevo material e indicará que la calibración especial ha sido activada. La calibración especial será válida solamente para la profundidad elegida durante la calibración especial.

CALIB. ESPECIAL
HABILITADA!

MEDICIONES DE CAPAS DELGADAS

Se reconoce que la utilización de recubrimientos de capa delgada se hace cada vez más frecuente, y que las sondas convencionales que funcionan por retrodispersión muestran limitaciones para medirlos. A fin de superar estas limitaciones, se ha desarrollado el método (formula) siguiente:

$$DT = \frac{WD - DB \times K}{1 - K}$$

Donde: DT = Densidad del recubrimiento
WD = Densidad medida por la sonda
DB = Densidad de la capa inferior (situada debajo del recubrimiento)
K = Efecto que tiene el espesor de la capa superior sobre la precisión de la sonda

Siga el procedimiento a continuación para utilizar el método anterior de medición de recubrimientos.

Determine la densidad de la capa inferior (material situado debajo del recubrimiento) (DB).

Aplique el recubrimiento de capa delgada.

Determine el espesor del recubrimiento y seleccione el valor (k) correspondiente de la tabla I en la página 4-13.

Realice una medición de la densidad del recubrimiento de capa delgada con la sonda puesta a la posición de retrodispersión (Wd).

Inserte todos los valores en la ecuación anterior y calcule la densidad del recubrimiento (DT).

EJEMPLO:

Densidad de la capa inferior (DB) = 135 pcf (2162 kg/m^3)

Espesor del recubrimiento = 1,2 pulgadas (30 mm)

K (de la tabla I) = 0,38235

Densidad medida por la sonda (WD) = 142,0 pcf (2275 kg/m^3)

$$DT = \frac{142,0 \& 135(0,38235)}{1 \& 0,38235}$$

$$DT = 146,3\ pcf$$

o,

$$DT = \frac{2275 \& 2162(0,38235)}{1 \& 0,38235}$$

$$DT = 2345\ kg/m^3$$

NOTA

La mayoría de los rayos gamma retrodispersados que alcanzan a los detectores, provienen de las interacciones que se producen en las 3,3 pulgadas (84 mm) superiores del recubrimiento. Cuando se trata de aplicaciones en las que el espesor del recubrimiento es superior a 3,3 pulgadas (84 mm), utilice (0) como el valor "k" o utilice directamente las lecturas obtenidas de la sonda (WD).

Tabla I

Espesor (pulg)		Espesor (mm)	K
1,0	25	0,46159	
		26	0,44787
		27	0,43414
1,1		28	0,42042
		29	0,40138
1,2		30	0,38235
		31	0,36475
		32	0,35889
1,3		33	0,34716
		34	0,33631
		35	0,32547
1,4		36	0,31462
		37	0,29958
1,5		38	0,28454
		39	0,27527
		40	0,26600
1,6		41	0,25673
		42	0,24387
1,7		43	0,23102
		44	0,22310
		45	0,21517
1,8		46	0,20725
		47	0,19626
1,9		48	0,18527
		49	0,17850
		50	0,17172
2,0		51	0,16495
		52	0,15556
2,1		53	0,14617
		54	0,14038
		55	0,13459
2,2		56	0,12880
		57	0,12078
2,3		58	0,11275
		59	0,10781
		60	0,10285
2,4		61	0,09790
		62	0,09104
2,5		63	0,08418
		64	0,07995
		65	0,07572
2,6		66	0,07149
		67	0,06562
2,7		68	0,05976
		69	0,05615
		70	0,05253
2,8		71	0,04892
		72	0,04390
2,9		73	0,03889
		74	0,03580
		75	0,03271
3,0		76	0,02962
		77	0,02676
		78	0,02391
3,1		79	0,02105
		80	0,01709
3,2		81	0,01313
		82	0,01069
		83	0,00825
3,3		84	0,00581

NOTAS

CAPITULO V

FUNCIONES ESPECIALES

Este capítulo proporciona breves explicaciones de las funciones *Especiales* que dispone el modelo 3430 o le dirige al lector a las secciones correspondientes a cada función específica.

Contenido:

ULTIMO CONTEO 5-2

COMPENSACION 5-3

PRUEBA ESTADISTICA (STAT) 5-3

PRUEBA DE DERIVA 5-6

CALIBRACIONES ESPECIALES 5-8

DENSIDAD RELATIVA 5-8

DENSIDAD SIN HUECOS 5-9

SELECCION DE UNIDADES DE MEDIDA 5-9

CONSTANTES DE CALIBRACION 5-10

REINICIALIZACION DE LA MEMORIA 5-11

LECTURA DE PRUEBAS 5-11

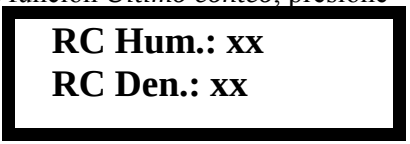
IDIOMA 5-11

ULTIMO CONTEO

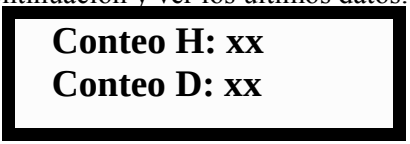
La función *Ultimo conteo* permite que el usuario visualice los datos de la última lectura efectuada. Aunque el 3430 no almacena lecturas múltiples, esta función visualiza los datos más recientes.

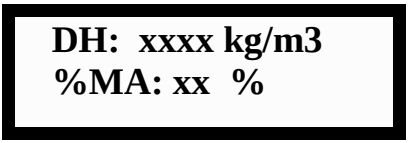
Para acceder a las funciones *Especiales*, presione <**ESPECIAL**>.

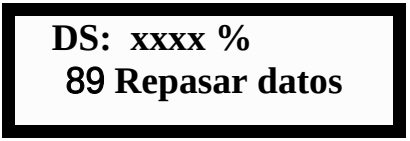
Para acceder a la función *Ultimo conteo*, presione <**ENTER**>.



Utilice las flechas hacia arriba y hacia abajo para desplazarse por las pantallas a continuación y ver los últimos datos.







COMPENSACION

Consulte la página 4-2 para información sobre cómo efectuar compensaciones de las medidas tomadas por la sonda.

PRUEBA ESTADISTICA (PRUEBA STAT)

La *prueba de estabilidad estadística*, o *prueba stat*, permite evaluar el funcionamiento normal de la sonda. Las lecturas erráticas o las que parecen variar, pueden indicar un problema con el medidor. Si se reciben lecturas "dudosas", ejecute una prueba estadística.

Una prueba *stat* consta de veinte conteos que duran un minuto cada uno. Después de los veinte conteos, se calcula la desviación típica, la cual se compara con un valor teórico de la desviación típica. En condiciones ideales, esta relación debería ser 1. Sin embargo, el modelo 3430 divide los conteos por 16, dando como resultado la relación ideal (0,25). Se toman como límites aceptables los valores de (0,17) a (0,33), considerándose que la sonda es inestable si la relación obtenida queda fuera de dichos límites.

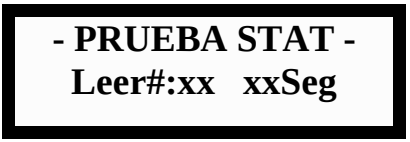
Para realizar una prueba stat del modelo 3430, primero coloque la sonda sobre el bloque de referencia en la posición de conteo estándar (véase la página 3-9).

Para acceder a las funciones *Especiales*, presione <**ESPECIAL**>.

Para acceder a la función *Prueba stat*, presione la flecha hacia abajo dos veces y luego <**ENTER**>.

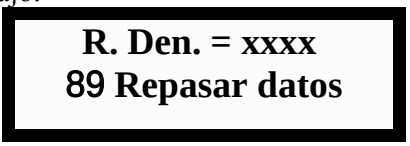
Para iniciar los veinte conteos, presione <**COMENZAR**>.

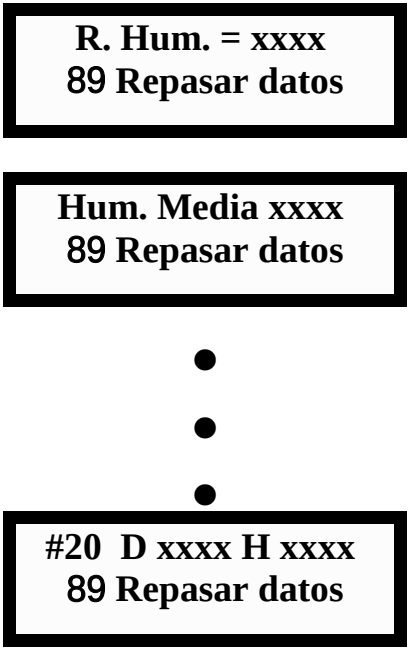
La sonda visualizará el progreso de los conteos de prueba stat de la manera mostrada a continuación.



Una vez finalizada la prueba stat, la sonda muestra el estado de aprobado/fallado. Si se ha fallado la prueba, repítala dos veces más. Si se fallan dos de las tres pruebas stat, póngase en contacto con Troxler. En el caso de que se supere la prueba stat, la pantalla mostrará:

Para visualizar los datos de la prueba stat, utilice las flechas hacia arriba y hacia abajo.




R. Hum. = xxxx
89 Repasar datos
Hum. Media xxxx
89 Repasar datos
#20 D xxxx H xxxx
89 Repasar datos

PRUEBA DE DERIVA

En los casos en que ya se haya realizado (con éxito) la prueba stat, pero las lecturas sigan variando entre pruebas, puede ser preciso efectuar una *Prueba de deriva* para verificar la estabilidad del modelo 3430.

> **NOTA**
> No debe desactivarse la sonda entre la prueba stat y la prueba de deriva. Es preciso que la prueba stat sea reciente.

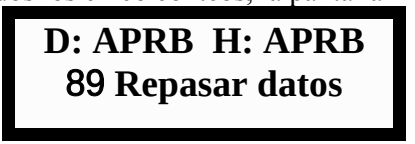
Una prueba de deriva se compone de cinco conteos, 4 minutos cada uno, realizados aproximadamente 3-4 horas después de finalizarse una prueba stat. Se establecen las normas para aprobación/fallo utilizando el porcentaje obtenido de la diferencia entre el promedio de los resultados de la prueba stat y de la prueba de deriva. Si el porcentaje de diferencia sobrepasa 0,5% para la densidad o 1% para la humedad, falla la prueba de deriva. Dejando el medidor en la posición de conteo estándar (sobre el bloque de referencia), presione <**ESPECIAL**>.

Seleccione la función *Prueba de deriva* de entre las funciones *especiales* , presionando la flecha hacia abajo tres veces y luego <**ENTER**>.

Para iniciar los cinco conteos, presione <**COMENZAR**>.

La sonda indica el progreso de los conteos durante la prueba de deriva, igual a la prueba stat.

Una vez finalizados los cinco conteos, la pantalla muestra:



Para visualizar los datos de la prueba de deriva, utilice las flechas hacia arriba y hacia abajo.

E

E

E

CALIBRACIONES ESPECIALES

Consulte la página 4-7 para información adicional sobre cómo efectuar una calibración especial.

DENSIDAD RELATIVA

La densidad relativa (también denominada "peso específico") de un sólido se define así: la densidad del material dividida por la densidad del agua. El usuario puede utilizar la función *Densidad relativa* para introducir la densidad relativa de un material en la máquina. Este valor (SG) se utiliza para calcular el porcentaje (%) de huecos de aire y la relación de huecos (consulte la página 3-15).

Para acceder a las funciones *Especiales*, presione <**ESPECIAL**>.

Para acceder a la función *Densidad relativa*, presione la flecha hacia abajo cinco veces y luego <**ENTER**>.

Utilice las flechas hacia arriba y hacia abajo para cambiar el valor del dígito resaltado con luz intermitente. Si quiere escoger el valor que destella y seleccionar el próximo dígito, presione <**ENTER**>.

En el caso en que no se introduzca ningún valor, el valor por defecto será 2,70, que corresponde a la densidad relativa de los granos de suelo.

DENSIDAD SIN HUECOS

Mediante la función *densidad sin huecos* se puede introducir el valor teórico de la densidad sin huecos del material bajo prueba. Este valor se utiliza posteriormente para calcular el porcentaje (%) de huecos.

Para acceder a las funciones *Especiales* , presione <**ESPECIAL**>.

Para acceder a la función *Densidad sin huecos*, presione la flecha hacia abajo seis veces y luego <**ENTER**>.

Utilice las flechas hacia arriba y hacia abajo para cambiar el valor del dígito que destella. Si quiere aceptar el valor resaltado y seleccionar el próximo dígito, presione <**ENTER**>.

SELECCION DE UNIDADES DE MEDIDA

Consulte la página 3-5 para información sobre la función *Selección de unidades de medida.*

CONSTANTES DE CALIBRACION

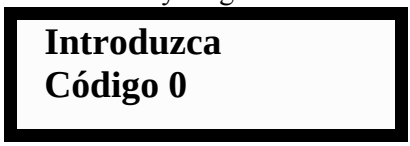
La función *Constantes de calibración* permite que el usuario cambie las constantes matemáticas utilizadas para calcular un resultado de prueba. En el caso de que la sonda haya sido reparado o se ha perdido la memoria, es preciso que se verifiquen o se reintroduzcan las constantes.

NOTA

El grupo de constantes es único a cada medidor. Por lo tanto, no se pueden usar las constantes de un instrumento en otro. Las constantes de su modelo 3430 son fijadas por la fábrica; se muestran en la hoja de calibraciones.

Para acceder a las funciones *Especiales*, presione <**ESPECIAL**>.

Para acceder a la función *Constantes de calibración*, presione la flecha hacia abajo ocho veces y luego <**ENTER**>.



Para usar esta función, hay que introducir el código de acceso encontrado en la página ?. Para introducir el código de acceso, utilice las flechas hacia arriba y hacia abajo para elegir el número correcto del dígito destellante. Para aceptar el valor destellante y seleccionar el próximo dígito, presione <**ENTER**>.

La pantalla le solicitará que introduzca el valor "E".

NOTA

Si el valor es negativo, introduzca un signo menos (-) presionando la flecha hacia abajo antes de introducir el primer dígito. Es preciso poner delante los ceros (por ejemplo: **0,012345**).

Utilice las flechas hacia arriba y hacia abajo para cambiar el valor del dígito destellante para el valor "E". Para aceptar el valor que destella y seleccionar el próximo dígito, presione <**ENTER**>.

Introduzca las constantes restantes para cada profundidad.

NOTA

Si su hoja de calibraciones no incluye los valores B*1000 y F*1000, entonces la calibración se expresa en unidades inglesas. Puesto que es necesario utilizar unidades métricas con el instrumento, hay que convertir los valores B y F, dividiéndolos por 16,018. Luego, multiplíquense dichas conversiones por 1000.

REINICIALIZACION DE LA MEMORIA

ESTA FUNCION SE DESTINA SOLAMENTE PARA PERSONAL DE SERVICIO AUTORIZADO!

REINICIALIZACION DE LA MEMORIA ELIMINARA TODOS LOS DATOS ALMACENADOS EN EL MEDIDOR Y ESTABLECERA TODAS LAS CONSTANTES, SALVO LAS CONSTANTES DE CALIBRACION, A LOS VALORES POR DEFECTO.

LECTURA DE PRUEBAS

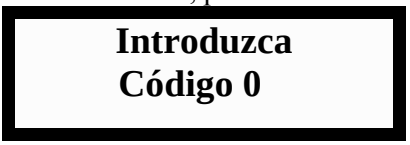
ESTA FUNCION SE DESTINA SOLAMENTE PARA PERSONAL DE SERVICIO AUTORIZADO!

IDIOMA

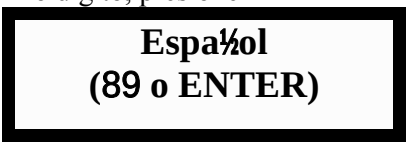
Con el modelo 3430, el cliente puede elegir pantallas programadas en uno de tres idiomas (inglés, francés, y español). Troxler también ofrece plantillas del teclado escritas en cada uno de estos tres idiomas.

Para cambiar el idioma de pantalla, hay que acceder primero a las funciones *Especiales* presionando <**ESPECIAL**>. Luego presione la flecha hacia arriba una vez.

Para acceder a la función *Idioma*, presione <**ENTER**>.



A fin de impedir cambios no autorizados del idioma, para esta función se necesita un código de acceso. Hay que utilizar las flechas hacia arriba y hacia abajo para seleccionar el número correcto para los dígitos destellantes, y así se introduce el código de acceso. Para aceptar el valor resaltado con luz intermitente y continuar al próximo dígito, presione <**ENTER**>.



Para leer todas las operaciones del instrumento en inglés, presione <**ENTER**>. La sonda vuelve al modo *Preparado*.

Para acceder a cualquiera de los otros dos idiomas, utilice las flechas de desplazamiento. Al visualizarse en la pantalla el idioma deseado, presione <**ENTER**>. La sonda vuelve al modo *Preparado*.

APENDICE A

INFORMACION SOBRE LA RADIACION

Quienquiera que sea encargado de la responsabilidad de utilizar la sonda nuclear Troxler modelo 3430, tiene que leer este apéndice. Este apéndice presenta información importante sobre los aspectos teóricos de la radiación, junto con una explicación breve de la terminología y las estadísticas referidas al tema.

Contenido:

ASPECTOS TEORICOS A-2
- Estructura atómica A-2
- Terminología A-3
- Aspectos teóricos A-4

PROTECCION DEL PERSONAL A-5
- Estadísticas sobre la radiación A-5
- Tipos de radiación A-6
- Límites de radioexposición A-7
- Perfil de radiación del 3430 . . . . . A-9
- Perfil de radiación del 3430-M A-10
- Encapsulación de la fuente A-11

ASPECTOS TEORICOS

Los aspectos teóricos de la radiación se describen más a fondo en el manual *Programa de capacitación para el uso seguro de la sonda nuclear Troxler*, que es el manual de curso para la clase de seguridad Troxler.

ESTRUCTURA ATOMICA

Todo material físico incluye elementos químicos que no pueden descomponerse mediante los típicos métodos químicos. Algunos ejemplos son:

(H) Hidrógeno	(C) Carbón	(O) Oxígeno
(U) Uranio	(Cf) Californio	(Co) Cobalto

Cada elemento contiene un átomo de estructura única. El átomo se compone de partículas más pequeñas, como protones, neutrones, y electrones. Los protones y neutrones se agrupan para formar el núcleo. Los electrones mueven en una órbita alrededor del núcleo (Figura A-1).

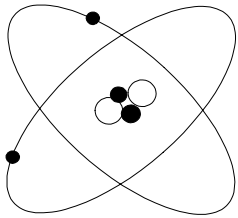


Figura A-1
Diagrama de un átomo

El protón contiene una carga positiva, y se dice que tiene una masa de 1. El neutrón tiene la misma masa atómica, pero carece de carga eléctrica (o sea, es neutro). El electrón en esencia no tiene masa, y su carga es negativa.

	MASA (PESO ATOMICO)	CARGA
Protones	1,0073	+1
Neutrones	1,0087	0
Electrones	0,0006	1

Con los protones y neutrones agrupados en el núcleo, es allí donde se concentra la masa de un átomo. El átomo mostrado en la figura A-1 tiene dos protones y dos neutrones; por lo tanto, es un átomo de helio. Normalmente, un átomo no tiene carga eléctrica porque los protones positivos cancelan los protones negativos. El peso atómico de un átomo se define como la suma de sus protones y neutrones.

TERMINOLOGIA

Hay varias normas utilizadas en la medición de radiación, de los cuales se destacan dos como de interés especial para los usuarios de aparatos Troxler. Estas unidades son el *curio* y el *REM* (sigla inglesa para "**R**oentgen **E**quivalent *M*an"). El curio se define como la cantidad de material radiactivo en que el número de desintegraciones por segundo es $3{,}7 \times 10^{10}$. El curio es igual al número de desintegraciones por segundo de un gramo de Radio-226. Nótese que la fuente utilizada en el modelo 3430 es pequeña, cuyas cantidades se expresan en milicurios (mCi).

El **RAD** (sigla inglesa para "**R**adiation **A**bsorbed **D**ose") es la unidad de dosis de radiactividad absorbida por un cuerpo, que es igual a 0,01 Joules/kg sea como sea el medio. A fin de medir los efectos de varios tipos de radiación sobre el tejido humano, se utiliza la unidad de dosis de radiación denominada *REM*, o, más apropiadamente para los usuarios de equipos Troxler - el *miliREM*. La unidad REM es obtenida dividiendo la unidad RAD por un factor de calidad (QF). Una sola unidad **RAD** es igual a la emisión de un **REM** de radiación de fotones. Por ejemplo, la energía media de una fuente de neutrones de Americio-241:Berilio es de 4,3 MeV. El factor de calidad (QF) utilizado con esta fuente es aproximadamente 10. La dosis absorbida de 1 RAD de radiación de neutrones es igual a un dosis de 10 REM (dosis absorbida X QF).

Los límites de radioexposición para trabajadores son establecidos por agencias gubernamentales. El límite actual en los EE.UU. y muchos otros países es de 5.000 miliRem al año. Bajo condiciones normales, un empleado de tiempo completo que trabaja con el Modelo 3430 recibirá menos de 200 miliRem al año.

Todo técnico que trabaje con materiales radiactivas, o en un entorno donde están presentes tales materiales, será sujeto a los límites de radioexposición profesional mencionados anteriormente, de manera que dicha persona debe completar un curso de capacitación para el uso seguro de la sonda nuclear antes de recibir autorización para usarla. Es preciso que los usuarios así autorizados trabajen en un entorno "controlado", lo que significa que en ese entorno se supervisa su exposición a la radiación. Hay varios métodos para supervisar al personal con este fin, todos abarcados bajo el nombre *dosimetría*. En la mayoría de los casos, se requiere que los técnicos lleven dosímetros fotográficos personales y dosímetros TLD (termoluminiscentes).

ASPECTOS TEORICOS

La radiactividad se define como la desintegración espontánea de núcleos inestables (radioisótopos), lo que resulta en la emisión de partículas radiactivas. En el modelo 3430, la unidad de medida de radiactividad es el milicurio (1/1.000 de un curio). La unidad de medida de radiactividad del sistema SI, es el Becquerel, que es igual a la cantidad de nucleido radiactivo necesaria para que se produzca 1 transición nuclear espontánea por segundo. Por lo tanto, un curio equivale a $3,7 \times 10^{10}$ Becquerels.

La potencia de un material radiactivo es indicado por su velocidad de desintegración. Dicha velocidad se decrementa progresivamente. El tiempo que tarda en desintegrarse hasta tener solamente la mitad de su potencia original, se denomina su "vida media". La vida media de Cesio-137 es de 30 años, mientras la de Americio-241 es de 432 años. Californio-252 tiene una vida media de 2,6 años.

PROTECCION DEL PERSONAL

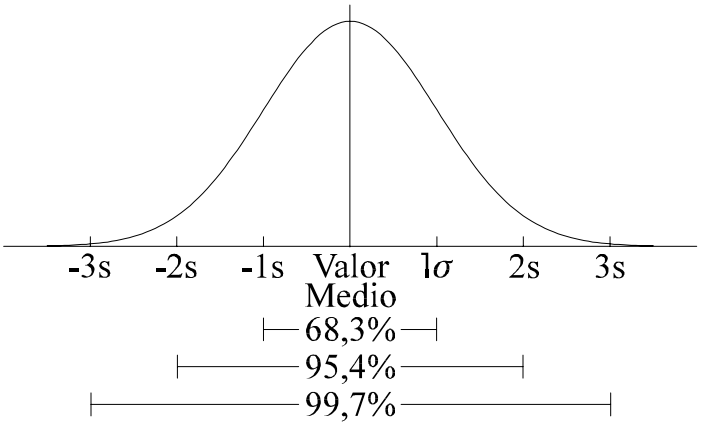
En esta sección se explica algunos aspectos básicos de la protección general del personal contra la radiación. También se presenta el perfil de radiación para el modelo 3430, junto con una explicación de la encapsulación de la fuente.

ESTADISTICAS SOBRE LA RADIACION

Las emisiones radiactivas surgen de un proceso aleatorio. El número de emisiones en un período dado no es constante, sino que varía estadísticamente alrededor de un valor medio. Dicha variación se define como una distribución Poisson, en la que la desviación típica (σ) alrededor del valor medio (n) se define como:

$$\sigma = \sqrt{n}.$$

Cuando el medio es más de 100, la distribución normal puede ser muy similar a la distribución Poisson (Figura A-2). La distribución normal indica la probabilidad de que conteo determinado se encuentre dentro de una gama seleccionada alrededor del valor medio.



Distribución normal

Figura A-2
Variación de emisiones radioactivas

Si se sustituye un número aumentado de conteos para aproximar el valor medio actual, la distribución muestra que en el 68,3% de las veces, el índice de conteo obtenido tendrá una desviación estándar de entre ±1 del valor medio. La figura anterior muestra las probabilidades correspondientes a tres compensaciones típicas distintas. A fin de comparar la desviación típica del ensayo con la desviación típica teórica, se puede realizar una prueba de estabilidad estadística (véase la página 5-3).

TIPOS DE RADIACION

La fuente radiactiva del modelo 3430 emite radiación de tres tipos:

Partículas alfa
Fotones (Rayos gamma)
Neutrones

Las partículas alfa son frenadas por la cubierta (encapsulación) de la fuente. Por lo tanto, solamente son los protones y neutrones los elementos atómicos que presentan al personal un riesgo de exposición a la radiación.

Los fotones emiten radiación de tipo electromagnético, lo mismo que emiten los rayos X, las ondas radioeléctricas y la luz visible. Los fotones y la luz visible comparten ciertas características: no tienen masa, tienen una carga eléctrica neutra y mueven a la velocidad de la luz. No obstante, los fotones exhiben una energía y capacidad de penetración superior a las de la luz visible. La mejor protección contra la radiación emitida por los fotones se encuentra en los materiales densos.

Por medio de la radiación proveniente de los neutrones, se puede medir el contenido en hidrógeno (agua) de un material. Esto se debe a que los neutrones sufren una pérdida de velocidad al chocarse con materiales (por ejemplo, agua, polietileno, etc.) que contienen átomos de hidrógeno. Los neutrones tienen una carga neutra y una alta capacidad de penetración.

LIMITES DE RADIOEXPOSICION

Las reglas vigentes de la Comisión de Regulación Nuclear (EE.UU.) y de los estados signatarios del acuerdo nuclear ("Agreement States") han establecido un límite para la irradiación total para el cuerpo humano, el cual no debe superar los 5.000 miliREM al año. Bajo condiciones normales, un operador del modelo 3430 que trabaja tiempo completo recibirá menos de 200 miliREM al año, aproximadamente el mismo nivel de radiación ambiental que se encuentra en todas partes del planeta.

En todo momento se recomienda que se reduzca la radioexposición mediante todo método posible. Los tres métodos básicos son los siguientes:

TIEMPO
DISTANCIA
BLINDAJES

Estos métodos forman parte de un programa de "**ALARA**" (sigla inglesa para "**A**s **L**ow **A**s **R**easonably **A**chievable", o sea, "tan bajo como sea razonable").

TIEMPO

La manera más sencilla de reducir su exposición es de minimizar el tiempo pasado cerca de la fuente radiactiva. Al reducir por la mitad dicho tiempo, se reducirá también la exposición, sin que sea necesario cambiar cualquier otro factor.

DISTANCIA

Otra manera eficaz para reducir la radioexposición, es mediante la distancia. Una ley denominada la "ley de la inversa del cuadrado" relaciona el índice de la radioexposición a la distancia (como se

puede ver en la Figura A-3). Al doblarse la distancia de una fuente de radiación, se reduce la exposición a un cuarto (1/4) de su valor original. Al triplicarse la distancia, se reduce la exposición por un factor de nueve, y así en adelante.

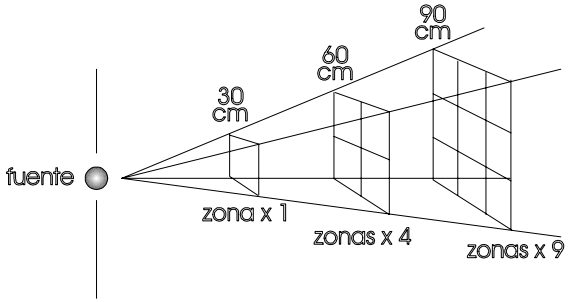
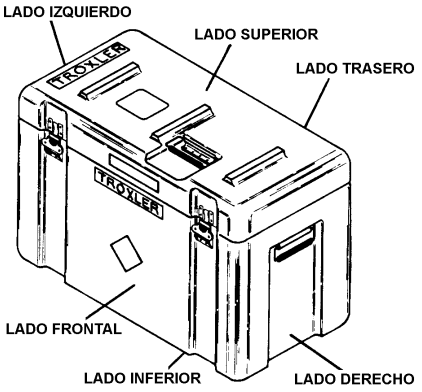


Figura A-3
Efectos de la distancia sobre la radioexposición

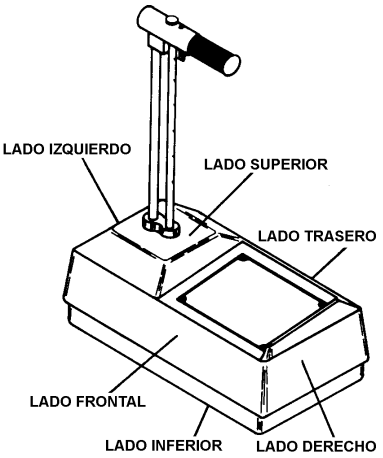
BLINDAJES

Un blindaje se define como cualquier material utilizado para reducir la radiación que alcanza al usuario desde una fuente radiactiva. Aunque es posible frenar algunos tipos de radiación por una sola hoja de papel, como es el caso con las partículas alfa, hay otras partículas, por ejemplo neutrones y fotones, que requieren un blindaje de seguridad mucho más fuerte. Los materiales con alto contenido de hidrógeno, tales como el polietileno, sirven como blindajes contra los neutrones. Los materiales densos, como el plomo, funcionan como blindajes contra los fotones. El Modelo 3430 está construido con blindajes internos, los cuales sirven para reducir la radioexposición.

PERFIL DE RADIACION DEL 3430



CAJA DE TRANSPORTE



DENSIMETRO

PERFIL DE RADIACION DEL 3430

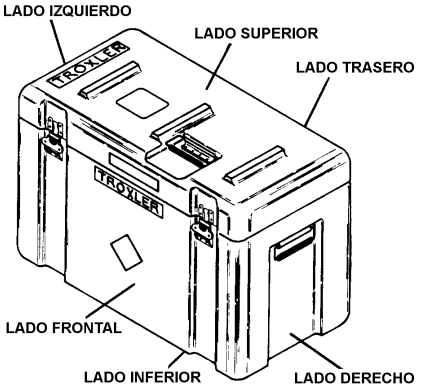
POSICION	SUPERFICIE			10 cm			30 cm			1 metro		
	Gamm	Neutron	Total	Gamm	Neutron	Total	Gamm	Neutron	Tota	Gamm	Neutron	Total
LADO FRONTAL	13	1,7	14,7	5	1,7	6,7	1,1	0,3	1,4	0,3	*	0,3
LADO TRASERO	26	1,4	27,4	8	1,4	9,4	2,5	0,5	3,0	0,4	*	0,4
LADO IZQUIERDO	13	0,5	14	4	0,5	4,5	0,7	0,25	0,95	0,1	*	0,1
LADO DERECHO	12	0,7	13	8	0,7	8,7	2,5	0,25	2,75	0,4	*	0,4
LADO SUPERIOR	19	1,7	20,7	8	1,7	9,7	0,6	0,7	1,3	0,15	0,1	0,25
LADO INFERIOR	18	6,0	24	2,5	6	8,5	0,6	0,9	1,5	0,1	0,1	0,2

PERFIL DE RADIACION DEL 3430 CON CAJA DE TRANSPORTE DE PLASTICO

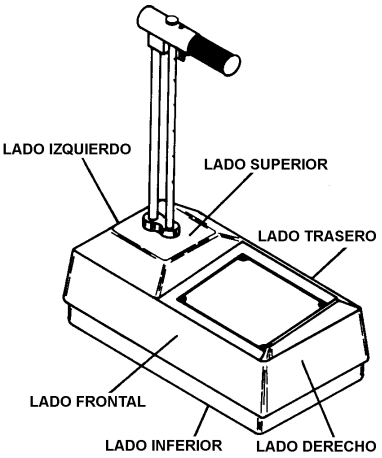
POSICION	SUPERFICIE			10 cm			30 cm			1 metro		
	Gamm	Neutron	Total	Gamm	Neutron	Total	Gamm	Neutron	Tota	Gamm	Neutron	Total
LADO FRONTAL	10	0,7	10,7	5	0,7	5,7	1,2	0,4	1,6	0,25	*	0,25
LADO TRASERO	7	0,8	7,8	3	0,8	3,8	0,8	0,25	1,1	0,1	*	0,1
LADO IZQUIERDO	0,3	0,1	0,4	0,25	0,1	0,35	0,1	0,1	0,2	*	*	*
LADO DEROCHO	5	3	8,0	2	3	5,0	0,6	0,7	1,3	0,2	0,1	0,3
LADO SUPERIOR	10	0,4	10,4	2,5	0,4	2,9	0,6	0,3	0,9	0,1	*	0,1
LADO INFERIOR	10	0,7	10,7	5	0,7	5,7	2	0,2	2,2	0,3	*	0,3

1. *Todos los valores indicados en millirem/hora.*
2. *"*" indica lecturas inferiores a, o iguales a, 0,1 millirem/hora.*
3. *Las mediciones de rayos gamma efectuadas con el Medidor Ludlum, modelo 14C, calibrado el 9 de marzo de 1990.*
4. *Las mediciones de neutrones efectuadas con el Medidor Nuclear Research Corp., modelo NP-2, calibrado el 22 de marzo de 1990.*

PERFIL DE RADIACION DEL 3430-M



CAJA DE TRANSPORTE



DENSIMETRO

PERFIL DE RADIACION DEL 3430-M

POSICION	Superficie			30 cm			1 metro		
	Gamma	Neutron	Total	Gamma	Neutron	Total	Gamma	Neutron	Total
LADO FRONTAL	12	4,5	16,5	1,5	1,4	2,9	0,3	0,2	0,5
LADO TRASERO	20	4,5	24,5	2	2	4,0	0,4	0,2	0,6
LADO IZQUIERO	19	1,5	20,5	0,9	0,8	1,7	0,2	*	0,2
LADO DERECHO	13,5	2	15,5	3	0,8	3,8	0,7	0,2	0,9
LADO SUPERIOR	18	5	23,0	0,8	1,8	2,6	0,3	0,2	0,5
LADO INFERIOR	18	16	34,0	0,7	3	3,7	0,2	0,4	0,6

PERFIL DE RADIACION DEL 3430-M CON CAJA DE TRANSPORTE

POSICION	Superficie			30 cm			1 metro		
	Gamma	Neutron	Total	Gamma	Neutron	Total	Gamma	Neutron	Total
LADO FRONTAL	10	1,9	11,9	1,4	0,6	2,0	0,3	0,2	0,5
LADO TRASERO	6	1,5	7,5	1,2	0,3	1,5	0,2	*	0,2
LADO IZQUIERO	0,4	0,2	0,6	*	0,2	0,2	*	*	*
LADO DERECHO	8	5	13,0	0,8	1,6	2,4	0,2	0,3	0,5
LADO SUPERIOR	10	1,2	11,2	0,9	0,4	1,3	0,2	*	0,2
LADO INFERIOR	7	1,3	8,3	2,5	0,5	3,0	0,6	*	0,6

1. *Todos los valores indicados en millirem/hora.*
2. *"*" indica lecturas inferiores a, o iguales a, 0,1 millirem/hora.*
3. *Las mediciones de rayos gamma efectuadas con el Medidor Ludlum, modelo 14C, calibrado el 7 de enero de 1991.*
4. *Las mediciones de neutrones efectuadas con el Medidor Nuclear Research Corp., modelo NP-2, calibrado el 18 de abril de 1991.*

ENCAPSULACION DE LA FUENTE

La fuente radiactiva del modelo 3430 cumple con las reglas americanas e internacionales para el "sellado" o "encapsulación" de materiales radiactivas de "FORMA ESPECIAL," lo que significa que dispone de un diseño de doble encapsulación para evitar cualquier fuga del material.

La fuente de neutrones (Americio-241:Berilio, o Californio-252 en el 3430-M) se comprime, y luego se introduce por soldadura en una cápsula de acero inoxidable.

La fuente de fotones (gamma) (Cesio-137) es sellada por soldadura en una cápsula también.

Con un instrumento Troxler, los únicos riesgos radiológicos contra la salud del usuario son las emisiones de fotones y neutrones. Bajo condiciones normales, y siguiendo las instrucciones de este manual, la radioexposición quedará al nivel más bajo posible, gracias a los blindajes internos. En todo caso, siempre se recomienda que las personas que operen el modelo 3430 lleven un dosímetro.

NOTAS

APENDICE B

ESPECIFICACIONES DEL MODELO 3430

Este apéndice presenta las especificaciones, inclusive del instrumento y de las medidas, correspondientes a los modelos 3430 y 3430-M del densímetro Troxler para medición de humedad-densidad.

Contenido:

ESPECIFICACIONES DE MEDICION B-2

ESPECIFICACIONES RADIOLOGICAS B-4

ESPECIFICACIONES ELECTRICAS B-5

ESPECIFICACIONES MECANICAS B-6

ESPECIFICACIONES DE MEDICION

DENSIDAD A 2000 kg/m³

Transmisión directa (150 mm)

	1/4 min. **4 min**	**1 min**	
Precisión (kg/m³)	± 6,8	± 3,40	± 1,70
Err. composición (kg/m³)	±20,0	± 20,0	± 20,0
Err. superficie (kg/m³)	-14,0	- 14,0	- 14,0

(100% huecos)

Retrodispersión (98%, 100 mm)

	1/4 min.	**1 min.**	**4 min.**
Precisión (kg/m³)	± 16,0	± 8,00	± 4,00
Err. composición (kg/m³)	± 40,0	± 40,0	± 40,0
Err. superficie (kg/m³)	- 55,0	- 55,0	- 55,0

(100% huecos)

HUMEDAD A 240 kg/m³

	1/4 min.	**1 min.**	**4 min.**
Precisión (kg/m³)	± 10,3	± 5,1	± 2,6

En las medidas de densidad se define como precisión a ± 1 la desviación típica de lectura de densidad. Este número se ha calculado como la relación entre la desviación típica del índice de cuentas, y la pendiente de la curva de la calibración para una densidad determinada.

DENSIDAD A 125 PCF

Transmisión directa (6 pulgadas)

	1/4 min.	1 min	4 min
Precisión (pcf)	±0,42	±0,21	±0,11
Err. composición (pcf)	±1,25	±1,25	±1,25
Err. superficie (pcf)	-0,87	-0,87	-0,87

(100% huecos)

Retrodispersión (98%, 4 pulgadas)

	1/4 min.	1 min.	4 min.
Precisión (pcf)	± 1,00	± 0,50	± 0,25
Err. composición (pcf)	± 2,50	± 2,50	± 2,50
Err. superficie (pcf)	- 3,43	- 3,43	- 3,43

(100% huecos)

HUMEDAD A 15 PCF

	1/4 min.	1 min.	4 min.
Precisión (pcf)	± 0,64	± 0,32	± 0,16

ESPECIFICACIONES RADIOLOGICAS

Fuente gamma	0.3±10% GBq (8±10% mCi) Cesio-137
Fuente de neutrones	1.48 ±10% GBq (40 ±10% mCi) Americio-241:Berilio 2.22 ±10% MBq (60 ±10% µCi) Californio-252 (Modelo 3430-M)
Tipo de fuente	Sellada - Forma especial
Encapsulación de fuente	Acero inoxidable veces
Blindaje	Tungsteno, Plomo y Cadmio
Relación/dosis-superficie	27,4 mREM / Hora (Modelo 3430) 34,0 mREM / Hora (Modelo 3430-M)
Material/varilla-fuente	Acero inoxidable
Caja de transporte	DOT 7A, Tipo A, Amarillo II TI. 0,3 (0,6 para 3430-M)

ESPECIFICACIONES ELECTRICAS

Alimentación almacenada	15 vatios-hora
Tiempo/recarga de batería	14 a 16 horas
Fuente de carga	110/220 VCA 50-60 Hz, 12 VCC, 500mA
Pantalla de cristal líquido	2 líneas X 16 caracteres alfanuméricos
Teclado	10 teclas con recubrimiento de protección
Consumo de alimentación	promedio: < 0,10 vatios

ESPECIFICACIONES MECANICAS

Base	Aluminio fundido
Dimensiones (sin mango)	14,42 x 8,86 x 7,20 pulgadas (366 x 225 x 183 mm)
Altura (con mango)	23,25 pulg, (591 mm) con varilla de 12 pulgadas 19,25 pulg. (489 mm) con varilla de 8 pulgadas
Caja de transporte	31,0 x 14,5 x 17,0 pulgadas (78,4 x 36,8 x 43,2 cm)
Peso	29 libras (13 kg)
Peso con embalaje	86 libras (39 kg)
Temperatura de funcionamiento	Ambiente: 14 a 158 F (-10 a 70 EC) Superficie: 350 F (175 EC)
Temperatura de almacenamiento	-70 a 185 F (-55 a 85 EC)
Prueba de vibración	0,1 pulgada (2,54 mm) a 12,5 Hz
Prueba de caída	300 mm sobre bola de acero de 25 mm

APENDICE C

MANTENIMIENTO PERIODICO

Este apéndice contiene información para el mantenimiento y servicio de la Sonda de humedad/densidad Modelo 3430. Los siguientes procedimientos son necesarios para mantener la 3430 en estado de buen funcionamiento. En el caso de que surgiera un problema serio con la sonda, comuníquese con el Centro de Servicio Troxler o con el representante más cercano para asistencia.

Contenido:

LOCALIZACION DE AVERIAS C-2

CARGA DE BATERIA C-6

MANTENIMIENTO MECANICO C-8

PRUEBA DE FUGA C-12

REPUESTOS C-13

COMO DEVOLVER LA SONDA PARA REPARACION . C-17

CENTROS DE SERVICIO C-18

LOCALIZACION DE AVERIAS

Ë LECTURAS DEL DENSIMETRO PARECEN "IRREGULARES"

Si está tomando mediciones en la posición de retrodispersión, compruebe que la varilla de la fuente esté bien asegurada en la ranura y que no esté descansando sobre el material de prueba.

Inspeccione el interior del densímetro por humedad. Para secar el interior de la sonda, quite el teclado. Si es necesario, utilice un secador de pelo doméstico, puesto a la posición "tibio", para circular aire por una a tres horas.

Retire todo objeto extraño del interior de la sonda.

Asegúrese que los tornillos de las piezas de montaje estén bien apretados y en su lugar.

Compruebe el tiempo de conteo - un conteo de 4 minutos proporcionará la más alta precisión con una precisión de ± 1 pcf.

Lecturas de densidad irregulares pueden ser provocadas por un elemento deslizante sucio. Limpie el elemento deslizante como se indica en la página C-10.

Realice una prueba de estabilidad de estadística (prueba stat).

< Si la prueba es satisfactoria, prosiga con el trabajo.

< Si la prueba no es satisfactoria, repítala dos veces más. Si la prueba falla dos de las tres veces, comuníquese con el Servicio Troxler.

Ë SE VISUALIZA DATOS SIN SIGNIFICADO o "XXXXXX"

Compruebe los conteos estándar de la memoria. Si los conteos estándar resultan dudosos, realice nuevos conteos estándar. Si los conteos igualan a cero para ambos sistemas, sustituya la tarjeta de alta tensión (comuníquese con el Departamento de Servicio).

Examine la sonda, buscando daño de agua. Si la sonda está mojada, seque su interior con un secador de pelo doméstico (baja temperatura) por 3 horas.

Examine las constantes de calibración. Estas deben coincidir con las constantes en su hoja de datos de calibración. (Consulte las páginas 5-10).

Si es necesario, realice una prueba de estabilidad de estatística, registre los resultados y llame al Departamento de Servicio.

Ë EL DENSIMETRO "SE APAGA" DESPUES DE "ENCENDERSE"

El densímetro puede estar mojado. No active la sonda hasta que se seque su interior y se elimine toda humedad! Uso de un medidor mojado puede resultar en daño a los componentes.

Si la carga de batería es inferior a 3,0 voltios, recárguela o reemplace las baterías.

El escalímetro (contador) puede estar defectuoso. Para verificarlo, sustituya el contador sospechoso por uno bueno.

Ë VIDA CORTA DE LA BATERIA DESPUES DE RECARGARLA

Las baterías pueden estar terminando su ciclo de vida útil - reemplácelas.

Puede que el cargador/adaptador no esté suministrando una carga completa - examine el tomacorriente de CA.

Examine el voltaje de salida de su cargador.

Compruebe que esté usando el cargador correcto.

Quite todo tornillo suelto u otro objeto extraño del interior de la sonda, que pueda causar un cortocircuito.

El cargador CA puede ser defectuoso. Comprúbelo. El cargador CC puede ser utilizado por duraciones breves.

Ë CONTEOS SATISFACTORIOS PERO LOS RESULTADOS ESTAN EQUIVOCADOS

Verifique que la profundidad de medición corresponda a la profundidad real de la varilla con la fuente.

Examine las constantes de calibración.

Compruebe para ver si se ha activado una compensación (densidad, humedad, zanja o especial).

Verifique que los conteos estándar sean correctos.

INDICADORES DE MALFUNCIONAMIENTO

Tarjeta de CPU

La pantalla falla.

Teclado no responde.

Prueba de RAM falla.

Baterías no se recargan.

Indicador "batería baja" no funciona correctamente

Prueba de pantalla falla.

La sonda no "se apaga".

Cada fusible nuevo se quema.

Zumbador se para (o es irregular)

La sonda no "se enciende" cuando se conecta el cargador

Tarjeta de Pre-Amp

Faltan conteos de humedad o densidad

Baterías no recargan

Sonda falla la prueba de tubo

Cada fusible nuevo se quema

Falla las pruebas de estabilidad o de deriva

Tarjeta de HV

Faltan conteos de humedad o densidad

Conteos de humedad o densidad son inestables

Baterías se descargan prematuramente

Cada fusible nuevo se quema

La sonda falla las pruebas de estabilidad o de deriva

MENSAJES DE ERROR

El usuario no puede corregir los problemas que provocan los siguientes mensajes de error. Comuníquese con el Departamento de Servicio Troxler para obtener más información.

ERROR DE PRUEBA DEL TECLADO!
ERROR DE PRUEBA DEL TUBO DE GM!
ERROR DE PRUEBA DEL TUBO DE HELIO!
ERROR DE PRUEBA DE VISUALIZACION!

CARGA DE BATERIAS

El modelo 3430, con baterías completamente cargadas, continuará funcionando por 8 semanas, aproximadamente, bajo condiciones normales (8 horas al día).

En el caso de que se agoten las baterías, se visualizará el siguiente mensaje en el aparato:

**** AVISO ****
Batería Agotada!

Siempre que aparezca dicho mensaje, le quedarán unas pocas horas antes de que sea necesario recargar la batería. En una emergencia, si se recarga el instrumento por 30 minutos con el cargador tipo CC o CA, se puede ganar varias horas adicionales de uso.

Aunque las baterías no pueden "sobrecargarse," las baterías recargables tienen una "memoria" y recargarlas repetidamente acortará la vida de la batería. Siempre que sea posible, se recomienda que el usuario permita que las baterías se agoten antes de recargarlas.

Las baterías no deben ser recargadas a menos que se visualice el indicador de BATERIA AGOTADA.

USO DE LA BATERIA ALCALINA

PRECAUCION!
NO MEZCLE BATERIAS ALCALINAS Y BATERIAS RECARGABLES EL DENSIMETRO.
¡CARGARLAS PUEDE CAUSAR QUE LA BATERIA ALCALINA EXPLOTE!

En el caso de que la recarga de las baterías tipo níquel/cadmio no sea una opción, es posible usar baterías alcalinas. Una caja de baterías separado se incluye para este propósito.

Apague el densímetro.

Quite la tapa del panel de pantalla soltando los cuatro tornillos del panel. Desenchufe el cable plano de la tarjeta de circuito integrado. El cable plano tiene una conexión tipo autocerrado. Para desconectarla, empuje hacia abajo a las palancas al costado del cable.

Quite los cuatro tornillos que sujetan la cubierta superior a la base del instrumento y levante dicha cubierta y asegúrela al puño.

Después de apuntar la polaridad de la conexión, desconecte el conjunto de baterías. El conector es un enchufe blanco con alambres rojos y negros. No quite el conector que tiene el puente rojo.

Suelte el tornillo del paquete de baterías más cercano a la tarjeta de circuito integrado. No se le debe sacar completamente a dicho tornillo para retirar el paquete.

Para quitar el paquete de baterías, deslice el paquete hacia adelante y levántelo.

Sustituya al paquete de baterías; deslice un nuevo paquete por debajo del tornillo y arandela traseros.

Sustituya al tornillo delantero del paquete de baterías.

Conecte el paquete de baterías a la tarjeta, verificando también que tenga la polaridad correcta.

Reconecte la cubierta superior del instrumento. **No apriete demasiado los tornillos. Apriételos igualmente para evitar que la cubierta superior se combe (apriételos aproximadamente 0.7 Nm.**

Conecte el cable plano al ensamble de la tarjeta de circuito integrado otra vez, y conecte de nuevo el panel delantero.

MANTENIMIENTO MECANICO

La sonda debe ser examinada de vez en cuando, para mantenerla en buen estado. Siempre que realice mantenimiento de la sonda, llévese un dosímetro para vigilar los niveles de radiación.

LIMPIEZA

Si se desea que el modelo 3430 produzca mediciones correctas por mucho tiempo, hay que mantenerlo en el estado más limpio posible. Examine las superficies del instrumento, donde pueden acumularse desperdicios, aceite, asfalto u otros materiales extranjeros, suciedad, etc. Si se acumulan dichos materiales en la base o la cubierta de la sonda, realice los siguientes pasos para limpiarla:

Para limpiar la base de la sonda, utilice una espátula de carpintero para rasparla y quitar toda acumulación de tierra o asfalto. **¡Tenga cuidado--no dañe la base del instrumento!** Después de quitar las incrustaciones, limpie la base de la sonda con una tela mojada con un lubricante aerosol penetrante ("WD-40"--vea la nota a continuación). Dicho lubricante/limpiador debe quitar los desperdicios restantes.

NOTA
No derrame el líquido "WD-40" en el teclado.

En la actualidad, la cubierta superior del modelo 3430 se fabrica usando un termoplástico avanzado cuyo diseño tiene la propiedades específicas de alta durabilidad y compatibilidad excelente con muchos disolventes y productos petroleoquímicos. Se recomienda que se limpie la cubierta superior con los siguientes productos: jabón (de alcalina baja) y agua, alcohol metílico, alcohol isopropílico, y alcohol isobutílico. Una tela mojada con queroxeno o con petróleo también puede ser usada con esta cubierta superior (vea las notas siguientes) para quitar desperdicios pesados. **Evite contacto prolongado y no la mojes con estos combustibles.**

AVISO

Anteriormente, la cubierta superior no ha sido compatible con productos petroleoquímicos. Esta cubierta superior sí es compatible, con tal que, al sacar el teclado, se encuentre una elevación alrededor de la abertura. **Si no se encuentra dicha elevación**, utilice un detergente líquido suave o productos derivados de alcohól (como alcohól metílico o alcohól isopropílico.)

El uso de todo producto limpiador que no sea aprobado--como metil-etil-cetona, aminas y cloruro de metileno--dañará la cubierta superior y anulará la garantía.

COJINETE DE VARILLA DE FUENTE

Si la varilla con la fuente no desliza libremente, puede que el cojinete de dicha varilla necesite ser limpiado y lubricado.

Con cuidado, quite la cubierta superior del instrumento y deslícela hacia arriba, para que no sea una obstrucción. Amarre la cubierta al puño para facilitar su trabajo.

Quite el tornillo de cabeza Allen que está debajo del aparato de grasa en la torre de varilla de fuente. Dicho tornillo permite evacuar la grasa vieja. **Si no se quite este tornillo, puede producirse un daño importante a la maquinaria del equipo base.** Ponga una tela u otra materia debajo del hueco para absorber toda grasa derramada.

Usando una pistola engrasadora básica de 16 onzas, cargada con una cartucha "Magnalube-G", inyecte cinco aplicaciones de lubricante, o un número de aplicaciones suficiente para quitar toda la grasa usada y vieja hasta que aparezca grasa limpia.

Arme la sonda de nuevo. Tenga cuidado para que no se aplique más de un par de torsión de 0.7 Nm a los tornillos de la cubierta superior.

ELEMENTO DESLIZANTE DE TUNGSTENO

A veces, puede resultar difícil bajar la varilla de fuente a la posición de medición ("measure"), y también puede resultar que no se produce el sonido "clic" cuando la varilla de fuente se sube a la posición de seguridad ("safe"). Ambas situaciones indican la necesidad de limpiar el instrumento. El uso de un instrumento con un elemento deslizante de malfuncionamiento puede producir mediciones de densidad incorrectas o erráticas y niveles elevados de radiación.

Con la varilla de fuente en la posición "safe", coloque la sonda para que yazca en su costado lateral.

Limpie las cabezas de los cuatro tornillos que sujetan la placa del fondo a la base del instrumento. Con el destornillador, quite los cuatro tornillos y la placa. Sustituya la placa por una nueva si se ve que hay demasiado desgaste en su cara interior.

Para minimizar el riesgo de la fuente radioactiva, muévase a un costado u otro de la sonda. Mirando con precisión la posición del elemento deslizante, quite dicho elemento. Limpie el elemento y la cavidad del mismo con un cepillo firme o con un paño mojado con alcohól.

Instale de nuevo el elemento deslizante, con el lado de ángulo hacia arriba. Aplique una capa ligera de "Magnalube-G" a la superficie superior del ángulo del elemento. No aplique el lubricante a cualquier otra superficie del elemento deslizante ni en la zona alrededor de dicho elemento.

Reemplace el aro raspador en la placa del fondo.

Reconecte la placa del fondo. **Tenga cuidado para no apretar los tornillos demasiado.** Verifique el libre movimiento, hacia arriba y hacia abajo, de la varilla de fuente.

SUSTITUCION DE LA JUNTA HERMETICA

La sonda de humedad/densidad Modelo 3430 dispone de cuatro juntas herméticas que la protegen contra humedad, polvo y desperdicios. No obstante, es posible que forme condensación en el interior cuando el instrumento ha estado expuesto a la intemperie bajo condiciones de extrema humedad o durante períodos de mucha lluvia, o cuando la sonda se usa en condiciones frías y luego fue dejado en un edificio templado o caliente. En dicho caso, se recomienda que se quite la cubierta superior y permita que el instrumento seque para eliminar esta humedad. También puede usar una secadora doméstica (baja temperatura) para acelerar el proceso. Si después de efectuar estos pasos, la humedad sigue siendo un problema o si se encuentra polvo dentro de la base de la sonda, puede que sea necesario reemplazar a las juntas herméticas.

Para sustituir la junta del panel de control, quite los cuatro tornillos de sujeción y retire el panel de la cubierta superior. Tenga cuidado para quitar el panel y el cable plano. Poco a poco, quite la junta gastada alrededor del panel y sustitúyala por una nueva. Reemplace los conectores y el panel de control.

Para reemplazar las dos juntas de las varillas y la junta de la cubierta superior, saque los tornillos que sujetan la cubierta superior a la base. Poco a poco, quite las juntas gastadas alrededor del panel y sustitúyalas por juntas nuevas. Apriete los tornillos de la cubierta superior a 0.7 Nm.

Si está sustituyendo las juntas de las varillas, deslícelas hacia arriba pasándolas por la varilla de fuente. Una capa ligera de talco en la parte interior puede facilitar la introducción de la nueva junta.

PRUEBA DE FUGA

Para asegurarse de la integridad de la encapsulación de la fuente radioactiva, el modelo 3430 debe ser sometido a pruebas de fuga en un horario de por lo menos una vez cada seis meses **a menos que se indique lo contrario en su licencia.** Solamente un laboratorio autorizado y con licencia debe realizar el análisis de muestra.

Con el juego de prueba de fugas Troxler Modelo 3880 y sus instrucciones, sigue el siguiente procedimiento:

¡Verifique que la varilla de fuente se encuentre en la posición segura ("safe") (página 3-8)!

Apunte en el disco frotador la siguiente información: la fecha, # de modelo de sonda y # de serie.

Quite el panel de control de la cubierta superior del instrumento. Halle la etiqueta amarilla sobre radiactividad en la cara superior de la base.

Ponga dos gotas de la solución de prueba de fugas en el disco frotador.

Con el disco frotador colgando de las tenazas, frote la etiqueta de radiactividad.

Ponga la sonda para que yazca en su costado lateral y localice la abertura por la cual se extiende la varilla de fuente, pasándose por la base de la sonda.

Con el disco frotador colgando de las tenazas, frote la zona alrededor y por dentro de la abertura donde se extiende la varilla de fuente por la base del instrumento.

Ponga el disco, según sus instrucciones, en el sobre y envíelo por correo a Troxler Electronic Laboratories, Inc., para un análisis detallado.

Almacene el instrumento correctamente.

REPUESTOS

NUMERO	DESCRIPCION
106369	*Front Panel Gasket* Junta del panel delantero
106368	*3430 Gauge Gasket (Topshell to Base)* Junta del 3430 (cubierta superior a la base)
100989	*Gasket Molded for Base Post* Junta-moldeada para barra base
106367	*Post Gasket* Junta de varilla
106340	*Gasket, Depth Strip Hole* Junta, indicador de profundidad
104122	*Radiation Label* Etiqueta de radiación
106068	*3430 Top Shell* Cubierta superior del 3430
105301	*3430 Front Panel Assembly* Conjunto de panel delantero, 3430
106287	*Front Panel 3430* Panel delantero del 3430
105144	*3430 Overlay* Plantilla del 3430
106787.1000	*3430 Overlay Insert - English* Plantilla del 3430-inglés
106787.1001	*3430 Overlay Insert - French* Plantilla del 3430-francés
106787.1003	*3430 Overlay Insert - Spanish* Plantilla del 3430-español
105300	*3430 Nameplate* Placa de identificación, 3430
105202	*LCD Display* Pantalla de cristal líquido (LCD)
102888	*3400B Series Cable (Front Panel to Base)* Cable de serie 3400B (panel delantero a base)
106525	*Assembly, Metal Cap w/Lug* Conjunto, tapa metálico con orejeta
105264	*Base Plate Assembly* Conjunto de la placa base
013200	*Fitting, 3/16 Grease w/ Serrated Shank Alemite #1728B* Herraje, lubricante $^{3}/_{16}$ con elemento engrasador #1728B
100996	*3400 Sliding Block* Elemento deslizante 3400
102069.1000	*Wiper Cap* Tapa frotador

012752	*Joint, Wiper (V.S. S-35-14)* Junta, frotador (V.S. S-35-14)
012759	*Seal, Oil ID $^{5}/_{8}$" #6204* Junta, aceite ID $^{5}/_{8}$" #6204
102399	*Shield Spring 3400* Muelle del blindaje 3400
104594	*Source Rod Bearing (2 Req'd)* Cojinete de varilla de fuente (se requieren 2)
012751	*Seal, for Bearing* Junta, para cojinete
012754	*Ring, Scraper* Aro raspador
012753	*Ring, Retaining (for Scraper Ring)* Anillo de retención (para aro raspador)
012176	*Lock w/ 2 Keys (Handle)* Cerradura con 2 llaves (puño)
012200	*Spring (for Trigger)* Muelle (para gatillo)
104553	*Plunger 3400* Embolo del 3400
105108	*Trigger* Gatillo
102096	*3400 Cap Screw* Tornillo de casquete del 3400
102103	*Cap Screw Bumper* Borde de tornillo de casquete
104305	*Handle Sleeve* Manga del empuñadura
101603.1010	*Roll Pin, $^{3}/_{32}$"D X $^{5}/_{11}$"L (Index Rod Top)* Pivote de rodillo, $^{3}/_{32}$P X $^{5}/_{11}$L (tapa de varilla de índice)
100528.2000	*Screw, Captive (for Battery Pack)* Tornillo imperdible (para bloque de baterías)
104149	*3430 Battery Assy (w/ Case)* Conjunto de baterías (con caja)
104150	*Battery Pack Three 'D' Cells* Bloque de baterías, 3 pilas tipo 'D'
002507	*Charger Jack PC MT* Jack del cargador de MT de PC
105291	*Charger Well* Enchufe hembra del cargador
100156	*Geiger-Mueller (GM) Tube (2 Req'd)* Tubo Geiger-Müller (GM) (se requieren 2)
104094	*900 VDC Moisture Tube Assy (He-3 Tube Assy)* Conjunto de tubo de humedad 900 VCC (Grupo de 3 tubos)
104098	*GM Tube Interface PC Board* Tarjeta/circuito integrado de interface de tubo GM

105832	*PCB, Assy, 3430 CPU* Tarjeta/circuito integrado, Conjunto, microprocesador 3430
105771	*Assy 3430, 3440 Pre-amp PC BD* Conjunto 3430, 3440, Tarjeta/circuito integrado preamplificador
105298	*High Voltage Cover Box* Caja/cubierta de alta tensión
105726	*3440, 3430 Assy, HV Basebd* Conjunto 3440, 3430, tarjeta/alta tensión
105289	*3430, 3440 PreAmpl Mech Assy* Conjunto mecánico preamplificador 3430, 3440
016247	*Fuse 2A 3AG* Fusible 2A 3AG

ADITAMENTOS

104148	*Accessory Battery Case Assy* Conjunto de caja de baterías accesorias
104410	*AC Charger, 12 VDC 500 MA* Cargador CA 12 VCC 500MA
104155	*AC Charger, 13.6 VDC 500MA (Int'l)* Cargador CA 13,6 VCC 500MA (internacional)
104156	*DC Charger* Cargador CC
102868	*Leak Test Kit w/ 4 Packets* Juego de prueba de fuga con 4 paquetes
102876.0005	*Leak Test Packet* Paquete de prueba de fuga (juego de 4 unidades)
102873	*1 oz Solution Detergent (Leak Test)* 1 onza, detergente (prueba de fuga)
104262	*Survey Meter w/ Accessories* Medidor de radiacion con accesorios
104262.0001	*Survey Meter w/ Beeper Option* Equipo de reconocimiento topográfico, con opción "beeper"
021140	*Radiation Sign Kit* Juego de señales radiactivas
105305	*3430 Operator's Manual-English* Manual del usuario, 3430-inglés
105305.0001	*3430 Operator's Manual-French* Manual del usuario, 3430-francés
105305.0003	*3430 Operator's Manual-Spanish* Manual del usuario, 3430-español
100421	*Drill Rod* Varilla de perforación
102111	*3400 Scraper Plate (Drill Rod Guide)* Placa de raspado, 3400 (Guía de varilla de taladro)

103484	*Standard Assy (3400) (Reference Block)* Conjunto estándar (3400) (Bloque de referencia)
103680.1000	*Extraction Tool* Herramienta-extractor
103623.3430	*3430 Shipping Case/Carton Assy* Caja de transporte/cartón, 3430

SUMINISTROS DE MANTENIMIENTO

012784	*Lubricant, Magnalube-G Paste 1.5 oz Tube* Lubricante, pasta Magnalube-G, tubo de 1,5 onzas
012786	*Lubricant, Magnalube-G Paste 1 lb Can* Lubricante, pasta Magnalube-G, lata de 1 galón
012789	*Lubricant, Magnalube-G 14.5 oz* Lubricante, pasta Magnalube-G, tubo de 14,5 onzas
100761	*Source Rod Pig* Lingote de varilla de fuente

COMO DEVOLVER EL DENSIMETRO PARA REPARACION

Todo envío a la fábrica debe cumplir con 49 CFR (consulte Apéndice D) y tener un número RGA ("Returned Goods Authorization", o sea, "autorización para devolver materiales") para que el personal de envíos y servicio tenga la información necesaria para facilitar toda reparación. Por favor llame o mande un fax a la fábrica o a su oficina local para obtener el número de RGA.

Por favor, tenga a su disposición la siguiente información cuando nos llama:

Modelo y número de serie.

Número de parte/serie (si sea aplicable).

¿Está en vigencia la garantía del sistema?

Problema o dificultad que sufre el aparato.

Método de envío a Troxler y para el envío de vuelta.

Dirección postal (no un número de casilla postal).

Número de teléfono / contacto (para preguntas de Troxler).

¿Sería necesario presentar una estimación antes de proseguir con reparación del sistema?

Número de pedido de compra. Toda agencia gubernamental debe mandarlo.

PARA EVITAR LA DUPLICACION DE PEDIDOS PARA PEDIDOS POR TELEFONO, POR FAVOR ESCRIBA "CONFIRMING ORDER" EN TODA CORRESPONDENCIA POSTERIOR.

LA DEVOLUCION DE UN MODELO 3430 REQUIERE PROCEDIMIENTOS DE MANEJO Y ENVIO ESPECIALES, SIGA LAS INSTRUCCIONES EN **APENDICE D**. POR FAVOR COMUNIQUESE CON TROXLER PARA RESOLVER TODA PREGUNTA.

CENTROS DE SERVICIO DE TROXLER

Oficina principal de Troxler
3008 Cornwallis Road
PO Box 12057
Research Triangle Park, NC 27709
(919) 549-8661
(919) 549-0761 FAX

Centro de servicio de Maryland
7110 Golden Ring Road
Bldg. A, Suite 101
Baltimore, MD 21224
(410) 780-2601 (2602)
(410) 780-2603 FAX

Sucursal del medio oeste
784 Church Road
Elgin, IL 60123
(847) 695-0900
(847) 695-5094 FAX

Sucursal regional del oeste
11300 Sanders Drive
Suite 7
Rancho Cordova, CA 95742
(916) 631-0234
(916) 631-0272 FAX

Sucursal del sudoeste
2000 E. Randol Mill Road
Suite 611
Arlington, TX 76011
(817) 275-0571
(817) 275-8562 FAX

Filial europea de Troxler
Troxler Electronics GmbH
Gilchinger Strasse 33
D-82239 Alling /b. München
++49-8141-71063
++49-8141-80731 FAX

APENDICE D

TRANSPORTE Y ENVIOS

Todo dispositivo que contiene material radiactivo es sujeto a las pautas del reglamento del Departamento de Transportes (Department of Transportation) del gobierno federal de los Estados Unidos y las directrices de la Agencia Internacional de Energía Atómica. El medidor Troxler, Model 3430, cuando está embalado en su caja de transporte estándar, cumple con, o sobrepasa, todo requerimiento aplicable.

Contenido:

REQUERIMIENTOS D-2

FORMULARIOS DE TRANSPORTE D-7

REQUERIMIENTOS

Las reglas indicadas en 49 CFR "TRANSPORTE" (Departament of Transportation, EE.UU.) se aplican siempre que un dispositivo radiactivo sea transportado por un vehículo usando una carretera pública, no importa quien sea la compañía portadora. Dicho dispositivo no puede ser almacenado en la cabina o en el compartimiento para viajeros, y tiene que ser bien amarrado en la sección del vehículo designado para cargas, a fin de evitar todo movimiento peligroso durante su envío y para evitar robos. Para asistencia de transporte, póngase en contacto con el agente de transportes, la agencia de otorgamiento de licencias, el Departamento de Transportación o con Troxler. Nuestros clientes internacionales no sujetos a las leyes de los Estados Unidos deben consultar con sus propios gobiernos o autoridad de licencias para el reglamento aplicable. Se exige los siguientes puntos para transportar el modelo 3430 dentro de las fronteras de los Estados Unidos:

Tiene que registrarse una copia del "IAEA Certificate of Competent Authority" ("Certificado de autorización competente de la IAEA") para cada fuente del medidor (Special Form Source Certificate; Certificado de Fuente Radiactiva--Forma Especial).

Tiene que registrarse una copia de las pruebas del paquete de "TIPO A".

Un document titulado "Emergency Response Information" ("Información de Cómo Responder a las Emergencias") tiene que estar en el vehículo y al alcance inmediato del conductor del mismo.

Una copia del "Bill of Lading" ("Conocimiento del Embarque") tiene que estar en el vehículo y al alcance inmediato del conductor.

La varilla con la fuente radiactiva debe estar cerrada.

El paquete tiene que estar cerrado o sellado de otro modo.

El paquete tiene que ser inspeccionado (QC) antes de cada envío.

Para los envíos por avión fuera de las fronteras de los Estados Unidos, hay que incluir en los documentos de transporte una "Shipper's Declaration of Dangerous Goods" ("Declaración del Expedidor de la Presencia de Materiales Peligrosos"). (Figura D-3).

CERTIFICADO DE AUTORIZACION COMPETENTE

Las reglas exigen que el agente de transporte mantenga una copia de "IAEA Certificate of Competent Authority" ("Certificado de autorización competente de la IAEA") para cada fuente en un dispositivo, guardándola en sus archivos "por un mínimo de un año a partir del último envío". Nótese que dicho certificado se hace caduco después del intervalo indicado. Bajo las leyes aplicables, el usuario/cliente tiene que obtener una copia vigente de dicho certificado antes de que pueda transportar el material. Consulte el certificado Troxler para obtener los números de identificación requeridos para el Certificado de Fuente Radiactiva--Forma Especial (Ejemplo: GB/149/S). Se incluye una copia de los certificados aplicables con los documentos Troxler para el modelo 3430. Troxler recomienda que sus clientes incluyen una copia del certificado aplicable en todos sus archivos para el 3430.

Un certificado emitido por Troxler para cada 3430 incluye el número de modelo y de serie, junto con la información pertinente sobre la fuente y el propietario (cliente). En el pasado, algunos clientes se han equivocado con respecto a este certificado Troxler, interpretando éste como si fuera el certificado **requerido** que se explicó anteriormente. Lo importante para desenredar esta confusión es tenerse en cuenta que el certificado emitido por Troxler no es un documento legal necesario para el transporte del instrumento. No obstante, sí se trata de un documento útil para toda inspección, puesto que contiene información pertinente sobre el instrumento.

RESULTADOS DE PRUEBAS DE PAQUETE TIPO A

El reglamento exige que cada agente de transporte de un embalaje tipo A (Especificación 7A) "mantenga en sus archivos por un mínimo de un año a partir del último envío" los métodos de prueba y los resultados para el paquete tipo A. Troxler ha incluido dicho documento, bajo en título "Testing Results for Type A Package for the 3430...", con la documentación del modelo 3430.

HOJA DE COMO RESPONDER A LAS EMERGENCIAS

Las reglas vigentes requieren que la información sobre cómo portarse en emergencias (Hoja "Cómo Responder a las Emergencias") se incluye con cada envío de un medidor radiactiva. Dicho documento debe estar en el vehículo de transporte y al alcance inmediato del conductor durante el transporte del material sobre carreteras públicas. Se incluye una copia con la documentación del modelo 3430.

NUMERO TELEFONICO PARA CASOS DE EMERGENCIA

Las reglas vigentes requieren que el "Conocimiento de Embarque" incluya un número telefónico para emergencias, el cual será asistido los 24 horas del día durante el período de transporte del modelo 3430 por personal técnico "con conocimiento de los riesgos y propiedades del material peligroso que se está transportando, que tenga información extensivo sobre cómo reaccionar a emergencias y cómo resolver la posibilidad de accidentes para dicho material, o que tenga acceso inmediato a personal con dicha información". Actualmente, Troxler brinda este servicio a los usuarios de sus instrumentos sin cargo alguno. El número de Troxler para emergencias es: (919) 549-9539.

REQUERIMIENTOS PARA ETIQUETAS

El embalaje llevará dos etiquetas tipo Yellow II ("Amarillo II") junto con una etiqueta que indica el tipo de paquete y el nombre correcto del material para su transporte. Además, el paquete tendrá la etiqueta "Cargo Aircraft Only" ("Aviones Cargueras Solamente") en caso de envío por avión en los Estados Unidos.

REQUERIMIENTOS PARA "CONOCIMIENTO DE EMBARQUE"

El reglamento indica los requisitos aplicables para el "Conocimiento de Embarque". Dicho documento tiene que estar en la posesión física del conductor del vehículo siempre que el modelo 3430 se transporte por las carreteras públicas.

SELLADO DEL PAQUETE

Para embalajes de tipo A, las reglas vigentes exigen que "la parte exterior del paquete incluya una característica, como un sello, el cual será difícil de romper y que, mientras sea intacto, servirá de evidencia de que el paquete no hay sido abierto". Para cumplirse con dicho requisito, basta con proteger el embalaje con un candado.

INSPECCION DEL PAQUETE ANTES DE SU ENVIO

El reglamento exige que el agente de transporte inspeccione a cada paquete antes de enviarlo, a fin de verificar la integridad física de cada paquete y para verificar que cada herraje de cierre (bisagra, gozne, cerrojo, enganche, aldabilla, traba, pestillo, etc.) "sea instalado y asegurado correctamente, y que sea libre de todo defecto".

REQUERIMIENTOS PARA NOTIFICACION DE ACCIDENTES

Comuníquese con la agencia de otorgamiento de licencias lo más pronto posible después de un accidente que involucre el dispositivo. También es responsabilidad del usuario notificar, "en la manera más rápida posible" el Departament of Transportation de los EE.UU., número telefónico 1-800-424-8802, de todo accidente "que ocurra durante el transporte (incluso cargamento, descarga, y almacenamiento temporario), en el cual se produzca incendio, rotura de contenedores, derrame o contaminación posible, que involucre la presencia de materiales radiactivos".

FORMULARIOS DE TRANSPORTE

Este conocimiento de embarque se destina para el transporte del instrumento por una compañía de transporte privada (es decir: transporte por un empleado de una compañía privada en un vehículo que es propiedad privada). Troxler sugiere que el usuario/cliente llene un documento de conocimiento de embarque para cada dispositivo en su posesión, y que dicho documento sea escrita a máquina en papel que lleva el membrete oficial de la compañía. Nótese que este documento no debe llevar la fecha.

Todas las referencias a TI y a las dimensiones del instrumento en los formularios a continuación sirven de ejemplos. El agente de transporte debe usar los valores pertinentes al instrumento y a la caja de transporte en cuestión.

Para transportar un instrumento radiactiva mediante la compañía Federal Express, el formulario de transporte de Federal Express® debe indicar la naturaleza del material peligroso (Figura D-4). Nótense los siguientes: indicación de material peligroso bajo artículo 4, (*Instrucciones*), la *Certificación del Expedidor para Artículos Restringidos/Materiales Peligrosos*, una descripción general, limitaciones de transporte y tipo de transporte. El ejemplo del formulario aquí se ha llenado como si Troxler Electronic Laboratories, Inc., enviara un modelo 3430 a un cliente.

BILL OF LADING

Shipper:
ABC Paving Company
0000 Road Drive
Anywhere, USA

RQ, RADIOACTIVE MATERIAL, TYPE A PACKAGE, SPECIAL FORM, 7, UN3332, CONTAINING:

Cs-137 0.3 GBq (8 mCi)
Am-241:Be 1.48 GBq (40 mCi)

RADIOACTIVE YELLOW II LABEL, TI = 0.3

**** EMERGENCY CONTACT: (919) 549-9539 ****

THIS IS TO CERTIFY THAT THE ABOVE-NAMED MATERIALS ARE PROPERLY CLASSIFIED, DESCRIBED, PACKAGED, MARKED AND LABELED, AND ARE IN PROPER CONDITION FOR TRANSPORTATION ACCORDING TO THE APPLICABLE REGULATIONS OF THE DEPARTMENT OF TRANSPORTATION.

(SIGNATURE)
SHIPPER

Esta información se aplica a un instrumento tipo 3430. Para el 3430-M, el valor de TI debe sustituirse por 0,6 y "Am-241:Be 1,48 GBq (40 mCi)" debe sustituirse por "Cf-252 2.22 MBq (54 µCi)". Esta información también debe usarse para preparar los papeles de envío para transporte por una empresa de transportes licensiada.

Figure D-1
Ejemplo de un "Conocimiento de Embarque" Intra-empresarial

SB Freightways
BILL OF LADING

DATE	P.O. NO.	SHIPPER NO.
SHIP DATE		

CONSIGNEE (TO)	SHIPPER/CONSIGNOR (FROM)
RED E. WAITING	ABC PAVING COMPANY
DEF PAVING INTERNATIONAL	456 MAIN STREET
123 DIRT ROAD	ANY OTHER TOWN, U.S.A. 67890
ANYTOWN, U.S.A. 12345	

PHONE NO.	EMERGENCY RESPONSE NUMBER* (REQUIRED IF HM COLUMN MARKED)	ROUTE
	919-549-9539	

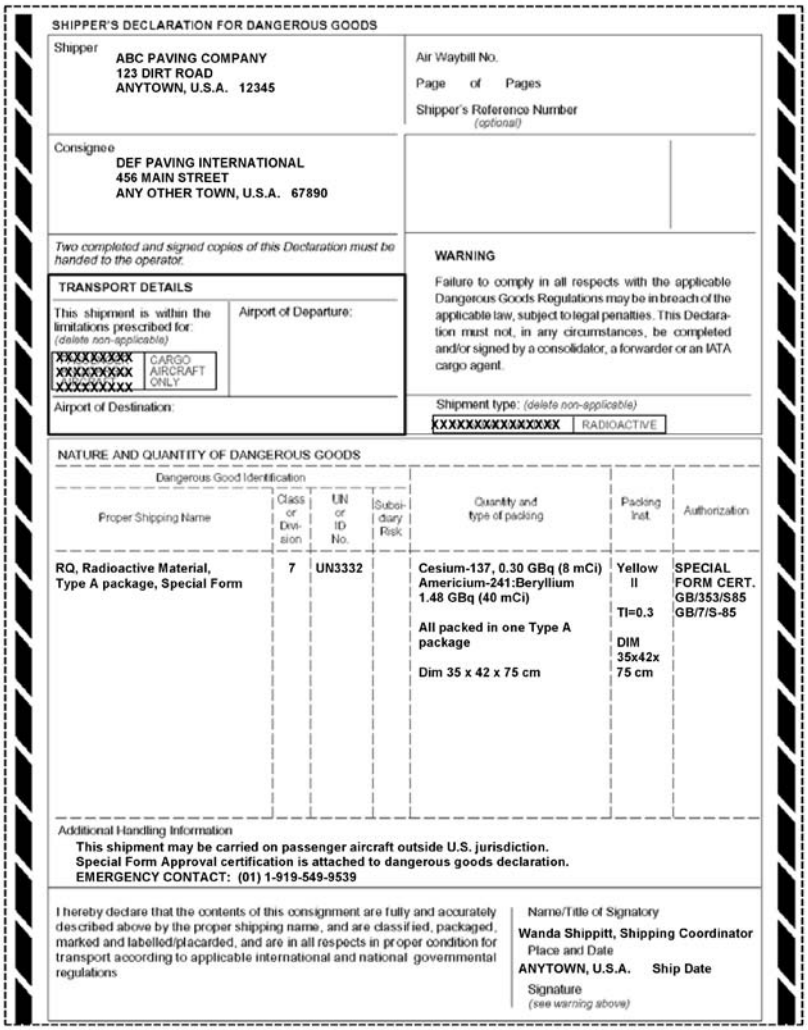
(SUBJECT TO CORRECTION)

Number of Packages	HM *	Kind of Packaging, Description of Articles, Special Marks and Exceptions	Weight (lb)	Class or Rate Ref.	Cube (Optional)
1	x	RQ, Radioactive Material, Type A package,			
		Special Form, 7, UN3332			
		Cs-137 0.30 GBq (8.0 mCi)			
		Am-241:Be 1.48 GBq (40 mCi)			
		Radioactive Yellow II label, TI = 0.3			
		Dim 35 x 42 x 75 cm			
		Emergency Contact: (919) 549-9539			

THIS IS TO CERTIFY THAT THE ABOVE-NAMED MATERIALS ARE PROPERLY CLASSIFIED, DESCRIBED, PACKAGED, MARKED, AND LABELED AND ARE IN PROPER CONDITION FOR TRANSPORTATION ACCORDING TO THE APPLICABLE REGULATIONS OF THE DEPARTMENT OF TRANSPORTATION.

SHIPPER/CONSIGNOR		CARRIER
WANDA SHIPPITT		SB FREIGHTWAYS
AUTHORIZED SIGNATURE	DATE	AUTHORIZED SIGNATURE

Figura D-2
Ejemplo de un "Conocimiento de Embarque" de una Agencia de Transporte



SHIPPER'S DECLARATION FOR DANGEROUS GOODS

Shipper
ABC PAVING COMPANY
123 DIRT ROAD
ANYTOWN, U.S.A. 12345

Air Waybill No.

Page of Pages

Shipper's Reference Number (optional)

Consignee
DEF PAVING INTERNATIONAL
456 MAIN STREET
ANY OTHER TOWN, U.S.A. 67890

Two completed and signed copies of this Declaration must be handed to the operator.

WARNING

Failure to comply in all respects with the applicable Dangerous Goods Regulations may be in breach of the applicable law, subject to legal penalties. This Declaration must not, in any circumstances, be completed and/or signed by a consolidator, a forwarder or an IATA cargo agent.

TRANSPORT DETAILS

This shipment is within the limitations prescribed for: *(delete non-applicable)*

XXXXXXXXX
XXXXXXXXX CARGO AIRCRAFT ONLY
XXXXXXXXX

Airport of Departure:

Airport of Destination:

Shipment type: *(delete non-applicable)*

XXXXXXXXXXXXXXX RADIOACTIVE

NATURE AND QUANTITY OF DANGEROUS GOODS

Dangerous Good Identification						
Proper Shipping Name	Class or Division	UN or ID No.	Subsidiary Risk	Quantity and type of packing	Packing Inst.	Authorization
RQ, Radioactive Material, Type A package, Special Form	**7**	**UN3332**		**Cesium-137, 0.30 GBq (8 mCi) Americium-241:Beryllium 1.48 GBq (40 mCi)** **All packed in one Type A package** **Dim 35 x 42 x 75 cm**	**Yellow II** **TI=0.3** **DIM 35x42x 75 cm**	**SPECIAL FORM CERT. GB/353/S85 GB/7/S-85**

Additional Handling Information
This shipment may be carried on passenger aircraft outside U.S. jurisdiction.
Special Form Approval certification is attached to dangerous goods declaration.
EMERGENCY CONTACT: (01) 1-919-549-9539

I hereby declare that the contents of this consignment are fully and accurately described above by the proper shipping name, and are classified, packaged, marked and labelled/placarded, and are in all respects in proper condition for transport according to applicable international and national governmental regulations

Name/Title of Signatory
Wanda Shippitt, Shipping Coordinator
Place and Date
ANYTOWN, U.S.A. Ship Date
Signature
(see warning above)

Figura D-3
Ejemplo de Certificación del Expedidor para Artículos Restringidos/Materiales Peligrosos

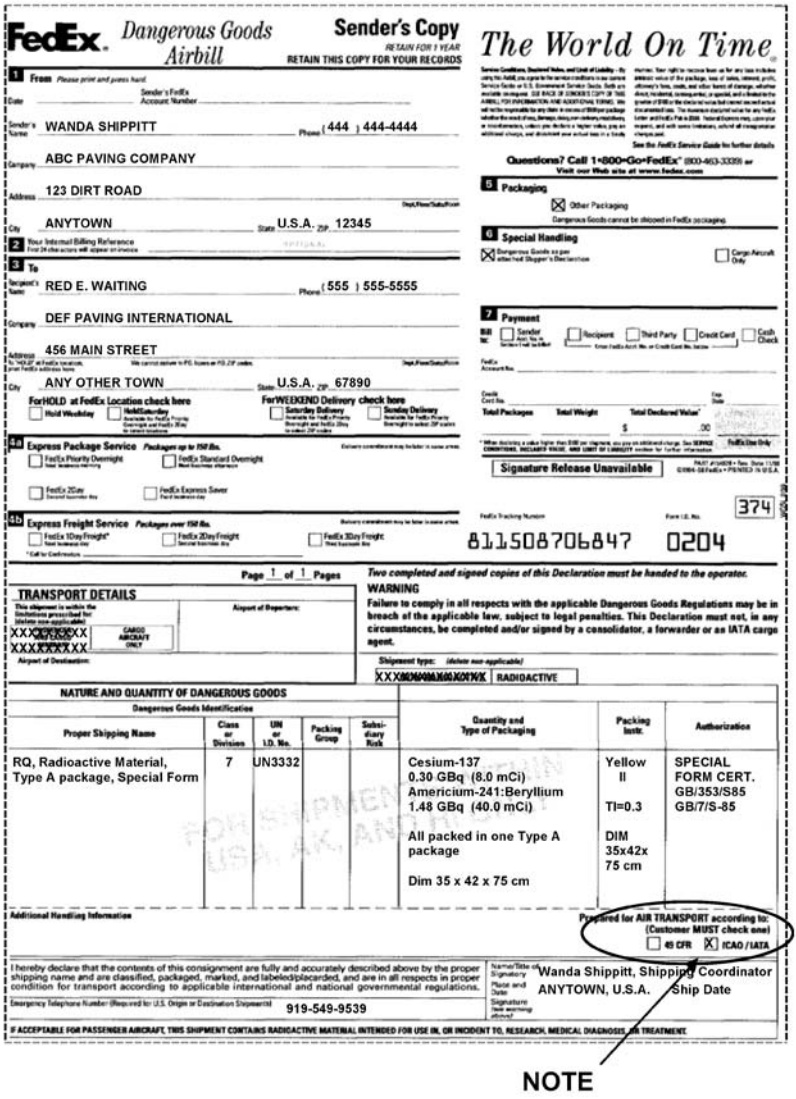


Figure D-4
Ejemplo de Formulario de Federal Express

NOTAS

INDICE

A

Accesorios 1-4, C-15
Accidentes D-6
Aditamentos C-15
ASTM 1-2
Autoprueba 3-4

B

Baterías
- Alcalinas C-6
- Proceso de cargar baterías C-6

Bloque de referencia 1-5, 3-9, 5-3

C

Caja de transporte 1-5
Calibraciones
- Constantes 5-10
- Especiales 4-7

Calibraciones especiales
- Calibración calculada por la sonda 4-9
- Introducción de valor B 4-8

Cantidad de fuente B-4
Centros de servicio C-18
Certificación del expedidor para artículos restringidos D-7
Código de acceso v
Cojinete de varilla de fuente, mantenimiento C-9
Compensación
- Humedad 4-4
- Zanja 4-6

Compensación de humedad 4-4
Compensaciones 4-2
Compnesación para mediciones en zanjas 4-6
Configuración de parámetros 3-5
Conocimiento de embarque D-2
Constantes de calibración 5-10

Conteo
Estándar 3-9
Tiempo 3-6
Visualización 5-2
Conteo estándar 3-9
Curio A-3

D

Densidad relativa 5-8
Densidad sin huecos 5-9
Deriva 5-6
Desembalaje e inspección 1-6
Desviaciones 4-2
Densidad 4-3
Humedad 4-2, 4-4
Zanja 4-2, 4-6
Desviaciones de densidad 4-2, 4-3
Desviaciones de humedad 4-4
Desviaciones de zanja 4-2, 4-6
Devolución del instrumento para reparación C-17
Dimensiones, sonda B-6
Dosimetría A-4, A-11

E

Elemento deslizante, mantenimiento C-10
Emplazamiento 3-13
Medición de suelos y bases de carreteras 3-11
Encapsulación A-11
Envíos
Formularios D-7
Internacional D-3
Especificaciones B-1
Eléctricas B-5
Mecánicas B-6
Radiológicas B-4
Especificaciones medicion B-2
Estructura atómica A-2

F

Federal Express D-7, D-11
Formularios
Envíos D-7
Fuente, cantidad B-4
Función de profundidad 3-6
Función de tiempo 3-6
Función STD 3-9
Funcionamiento
Temperatura B-6
Funciones especiales 4-1

G

Geometría, sonda 2-4

I

Idiomas para la pantalla 5-12
Indicadores de malfuncionamiento C-5
Información para emergencias D-2
Introducción de valor Marshall 3-6
Introducción de valor Proctor 3-6

L

Lectura
Asfalto 3-16
Lectura de pruebas 5-11
Lecturas
Suelos y bases de carreteras 3-14
Límites
Prueba "stat" 5-3
Limpieza C-8
Localización de averías C-2
Lugar de almacenamiento 1-7

M

Mantenimiento
Cojinete de varilla de fuente C-9
Elemento deslizante C-10
Mecánico C-8
Suministros C-16

mCi A-3
Medición
Asfalto 3-16
Capa Delgada 4-11
Emplazamiento, asfalto 3-13
emplazamiento, suelos, bases de carreteras 3-11
Modo 3-6
Posición 3-8
Suelos 3-14
Suelos y bases de carreteras 3-14
Teoría 2-1
Modo 3-6
Retrodispersión 2-2
Transmisión directa 2-2
Modo MA/PR. 3-7

N

Normas, ASTM 1-2

O

Operación
Generalidades 3-1
Teoría 2-1
Operación de la sonda 3-1
Operaciones
Funciones especiales 5-1
Operaciones avanzadas 4-1
Operaciones especiales 5-1

P

Pantalla, opciones de idioma 5-12
Parámetros, configuración 3-5
Partes
Repuestos C-13
Perfil de radiación del 3430 . . . . . A-9
Perfil de radiación del 3430-M A-10
Peso B-6
Peso con embalaje B-6
Peso específico 5-8
Posición segura 3-8

Posiciones de la sonda 3-8
Posiciones de varilla con la fuente 3-8
Posiciones de varilla de perforación 3-8
Profundidad
    Selección 3-6
Prueba "stat" 5-3
    Límites 5-3
Prueba de deriva 5-6
Prueba de fuga C-12
Puño, posiciones 3-8

Q

QC D-3

R

RAD A-3
Radiación
    Aspectos teóricos A-4
    estadísticas A-5
    Seguridad A-5
    Terminología A-3
    Tipos A-6
Reinicialización de memoria 5-11
REM A-3
Reparación C-17
Repuestos C-13
Retrodispersión
    Geometría 2-4
    Modo 2-2

S

Selección de modo 3-6
Sonda
    Partes 1-4
Sonda, dimensiones físicas B-6

T

Teclado 3-2
Temperatura de funcionamiento B-6

Teoria
Medición de densidad 2-2
Medición de humedad 2-4
Teoría de medición de humedad 2-4
TLD A-4
Transmisión directa
geometría 2-4
Modo 2-2
Transporte 1-5

U

Ultimo conteo 5-2
Unidades de medida
Selección 3-5

V

Varilla con la fuente
Posiciones 3-8
Visualización de datos 5-2